



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

SIMONE LUCCAS

**O ENSINO INTRODUTÓRIO DE MATEMÁTICA EM CURSOS
DE ADMINISTRAÇÃO:
CONSTRUÇÃO DE UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA**

Londrina
2011

SIMONE LUCCAS

**O ENSINO INTRODUTÓRIO DE MATEMÁTICA EM CURSOS
DE ADMINISTRAÇÃO:
CONSTRUÇÃO DE UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA**

Tese apresentada como requisito para obtenção do título de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina.

Orientadora: Prof. Dra. Irinéa de Lourdes Batista

Londrina
2011

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca
Central da Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

L934e Luccas, Simone.

O ensino introdutório de matemática em cursos de administração : construção de uma proposta pedagógica / Simone Luccas. – Londrina, 2011.
366 f. : il.

Orientador: Irinéa de Lourdes Batista.

Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2011.

Inclui bibliografia.

1. Educação matemática – Teses. 2. Matemática – Estudo e ensino (Superior) – Teses. 3. Administração de empresas – Modelos matemáticos – Teses. 4. Abordagem interdisciplinar do conhecimento – Teses. I. Batista, Irinéa de Lourdes. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

CDU 51:37.02

SIMONE LUCCAS

**O ENSINO INTRODUTÓRIO DE MATEMÁTICA EM CURSOS
DE ADMINISTRAÇÃO:
CONSTRUÇÃO DE UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA**

Tese apresentada como requisito para obtenção do título de Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Londrina.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Irinéa de Lourdes Batista
UEL – Londrina - PR

Profa. Dra. Ângela Marta Pereira das Dores
Savioli
UEL – Londrina - PR

Profa. Dra. Helena Noronha Cury
UNIFAE – Curitiba - PR

Profa. Dra. Edda Curi
UNICSUL – São Paulo - SP

Prof. Dr. Mario Nei Pacagnan
UEL – Londrina - PR

Londrina, 31 de março de 2011.

A minha orientadora Irinéa de Lourdes Batista e
ao meu irmão Lucken Bueno Lucas.
Meus queridos interlocutores racionais.
Vocês me inspiram.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me concedeu o dom da vida e o conhecimento necessários para a realização desta tese e a Maria, que me guia na senda da serenidade.

A professora Dra. Irinéa de Lourdes Batista, minha grande orientadora intelectual, pela irrestrita atenção, pela acurácia no direcionamento de meus pensamentos, pelas análises críticas e sugestões relevantes que contribuíram para a realização desta pesquisa e enriqueceram minha formação como pesquisadora e educadora matemática. Admiração!

A minha querida família, Basílica, Roberto (*in memoriam*), Lucken, Érica, Andrei e Jose Claudinei, que pacientemente compreenderam minhas ausências e vibraram com cada vitória alcançada no decorrer desta pesquisa, sobretudo, a minha mãe, pelo amor incondicional, orações e sorriso acolhedor.

A professora Dra. Rosana Figueiredo Salvi, pelas valiosas contribuições.

Aos professores Dra. Márcia Cristina de Costa Trindade Cyrino e Dr. Mario Nei Pacagnan, pelas preciosas contribuições e análises críticas proferidas no exame de qualificação.

Aos professores Dra. Irinéa de Lourdes Batista, Dra. Ângela Marta Pereira das Dores Savioli, Dra. Helena Noronha Cury, Dra. Edda Curi, Dr. Mario Nei Pacagnan, pelas análises críticas e contribuições relevantes sugeridas na defesa desta tese.

Aos colegas e profissionais que gentilmente analisaram os questionários, a proposta pedagógica e foram interdecodificadores: Anais Naomi Kasuya Saldanha, Andre Gustavo Oliveira da Silva, Diogo Augusto da Silva Spina, Eliane Maria de Oliveira Araman, Helenara Sampaio, Henrique Ceciliato de Carvalho, Juliana Romanzini, Lucken Bueno Lucas, Luis Antonio Niro Passos, Marcelo Augusto Rocha e Rita de Cássia de Souza Soares Ramos, esta pesquisa foi concluída graças às suas preciosas contribuições.

A Faculdade Catuaí, por possibilitar e viabilizar a aplicação da proposta pedagógica presente nesta tese e aos alunos do curso de administração, do primeiro semestre de 2010, desta instituição, que também concordaram em participar na aplicação desta proposta. Meus agradecimentos sinceros a todos.

Ao grupo de pesquisa *Iffhiecem*, pelo apoio e pelas discussões que me enriqueceram.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática e a CAPES, pela concessão da bolsa.

A secretaria de Pós-Graduação do Centro de Ciências Exatas, sobretudo a Regina, pela diligência e precisão com que sempre me atendeu.

Ao Departamento de Matemática da Universidade Estadual do Norte do Paraná – UENP – Campus de Cornélio Procopio, especialmente aos professores

João, Marlize e Rudolph, pelo apoio na conclusão desta pesquisa.

A minha parceira de doutorado Eliane Araman, com quem compartilhei momentos felizes e difíceis nessa jornada de Pós-Graduação.

As minhas amigas Meire e Eliane, que sempre me incentivaram a seguir adiante e que carinhosamente compreenderam minhas ausências. A todos os que direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta dissertação.

*Quem não compreende um olhar
tampouco compreenderá uma longa
explicação.*

Mário Quintana

LUCCAS, Simone. **O ensino introdutório de matemática em cursos de administração**: construção de uma proposta pedagógica. 2011, 366 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina; Londrina, 2011.

RESUMO

Esta pesquisa trata da investigação da construção e da adequação de uma proposta pedagógica de ensino de matemática em uma disciplina introdutória na formação em administração, mediante uma abordagem metodológica de ensino produzida especificamente para tal pesquisa e abrangendo a matematização de fenômenos da realidade física por meio de uma ação interdisciplinar inerente a contextura complexa. Os referenciais teóricos explorados nessa pesquisa qualitativa envolvem um estudo das contexturas do mundo matemático e do mundo real físico, guiados pelos paradigmas da redução e da complexidade; a análise de uma relação interdisciplinar suplementar entre a natureza do conhecimento matemático e da administração, tanto no campo epistemológico, como no educacional; e a identificação das competências, habilidades e do perfil que podem ser desenvolvidos e potencialmente explorados com o ensino do conhecimento matemático na formação em administração. Os referenciais epistemológicos envolvem uma construção de modelos matemáticos contextualizados e tipo-essência a partir do desenvolvimento gradual dos componentes horizontal e vertical da matematização, segundo a contextualização, a descontextualização e a recontextualização do conhecimento matemático; e uma análise epistemológica entre os valores cognitivos universais presentes na estrutura matemática e os temporários inerentes a área da administração, por intermédio de um circuito recursivo que articula ambos os campos de conhecimento. A partir dessa etapa de pesquisa teórica foi elaborada uma proposta pedagógica, fundamentada na abordagem metodológica para uma integração conciliadora e na didática da ciência, cujos aportes teóricos forneceram subsídios para a construção da mesma. A proposta foi aplicada em uma instituição de ensino superior, no primeiro semestre de um curso de administração. Os dados obtidos a partir dessa aplicação foram estudados à luz da análise textual discursiva. Balizada nessa análise é possível inferir que a abordagem metodológica e a proposta pedagógica aplicadas mostraram-se adequadas e satisfatórias ao ensino introdutório do conhecimento matemático voltado ao curso de administração, uma vez reconhecidas e respeitadas as necessidades do contexto sócio-tempo-cultural dado.

Palavras-chave: Educação matemática. Administração. Ensino e metodologia. Modelos matemáticos. Matematização. Complexidade. Interdisciplinaridade. Proposta pedagógica.

LUCCAS, Simone. **The introductory teaching of Mathematics in Business Administration graduate courses: the construction of a pedagogical proposal.** 2011, 366 p. Thesis (Doctor Degree in Science Teaching and Mathematical Education) –Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

ABSTRACT

This research paper deals of the investigation of the construction and adequacy of a pedagogical proposal for the teaching of mathematics in an introductory subject in Business Administration. A methodological approach that includes the mathematization of physical reality phenomena through the interdisciplinarity present at the complex contexture was devised specifically for the research. The theoretical framework explored in the qualitative research involve: a study of the mathematical world and physical reality world contextures, guided by reduction and complexity paradigms; the analysis of a supplementary interdisciplinary relation between the nature of mathematical and business administration knowledge, both in the epistemological and educational field; and the identification of competences, skills and the profile that can be developed and explored with the teaching of mathematical knowledge in business administration education. The epistemological references involve a construction of the contextualized and essence-type mathematical models that initiate with the gradual development of horizontal and vertical components of mathematization, through contextualization, decontextualization and recontextualization of mathematical knowledge; an epistemological analysis between the universal cognitive values of the mathematical structure and the temporary cognitive values of the business administration area through a recursive circuit that articulates both fields of knowledge. A pedagogical proposal based on the methodological approach for a conciliatory integration and the didactics of science was devised. The proposal was applied in the first semester of a Business Administration course and the data studied in accordance with discursive textual analysis. From that, it can be inferred that the methodological approach and the pedagogical proposal applied showed adequate and satisfactory to the introductory teaching of mathematical knowledge in Business Administration at that particular moment in that socio-cultural context.

Keywords: Mathematical education. Business administration. Teaching and methodology. Mathematical models. Mathematization. Complexity. Interdisciplinary. Pedagogical proposal.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Relação circular entre física, biologia e antropossociologia	39
Figura 2 – Circuito recursivo isolar/reunir	41
Figura 3 – Paradigmas complementares	44
Figura 4 – Circuito recursivo partes/todo	45
Figura 5 – Circuito recursivo formação/transformação	48
Figura 6 – Circuito tetralógico	51
Figura 7 – Paradigmas do conhecimento	58
Figura 8 – Circuito recursivo redução/complexificação	59
Figura 9 – Reorganização do conhecimento linear	68
Figura 10 – Circuito retrorrecursivo da reorganização do conhecimento	68
Figura 11 – Multiplicidade	77
Figura 12 – Pluridisciplinaridade	77
Figura 13 – Interdisciplinaridade Cruzada	78
Figura 14 – Interdisciplinaridade	78
Figura 15 – Transdisciplinaridade	79
Figura 16 – Circuito recursivo formação/fundamentação epistemológica	90
Figura 17 – Produção do conhecimento científico e do senso comum	95
Figura 18 – Matemática	126
Figura 19 – Do contexto para o descontexto	141
Figura 20 – Circuito recursivo de etapas de construção epistemológica do conhecimento científico	153
Figura 21 – Circuito retrorrecursivo que fundamenta a abordagem metodológica para uma integração conciliadora	166
Figura 22 – Circuito epistemológico da primeira fase da teorização	173
Figura 23 – Sequência epistemológica da segunda fase da teorização	174
Figura 24 – Análise epistemológica do conhecimento matemático presente na fase de teorização	175
Figura 25 – Desenvolvimento epistemológico cognitivo do conhecimento matemático na fase da atuação investigativa	178
Figura 26 – Paradigmas	210
Figura 27 – Ciências factuais	211
Figura 28 – Ciências formais	211

Figura 29 – Circuito retroativo dos paradigmas	212
Figura 30 – Dinâmica paradigmática I	213
Figura 31 – Dinâmica paradigmática II	214
Figura 32 – Circuito recursivo contextual.....	214
Figura 33 – Avaliação	220
Figura 34 – Obtenção do modelo matemático tipo-essência	226
Figura 35 – Exemplares de modelos matemáticos tipo-essência das funções.....	227
Figura 36 – Resolução de problemas I.....	228
Figura 37 – Resolução de problemas II.....	229
Figura 38 – Categorias prévias da análise textual discursiva dos questionários dos professores	236
Figura 39 – Categoria previa dos aspectos didático-sintáticos	237
Figura 40 – Aspectos didático-metodológicos prévios.....	245
Figura 41 – Aspectos pedagógicos prévios da aprendizagem.....	246
Figura 42 – Aspectos prévios da complexidade interdisciplinar.....	249
Figura 43 – Análise textual discursiva previada produção dos alunos.....	264
Figura 44 – Aspectos procedimentais prévios das resoluções	265
Figura 45 – Aspectos epistemológicos prévios.....	277
Figura 46 – Aspectos prévios da interdisciplinaridade suplementar	288
Figura 47 – Contextura complexa previa na enunciação de problemas	294
Figura 48 – Circuito recursivo dos paradigmas.....	316
Figura 49 – Circuito recursivo das contexturas complexa-interdisciplinar e da redução-disciplinar.....	317
Figura 50 – Proposta Pedagógica	320

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Abordagem analítica e sistêmica	46
Quadro 2 – Retroação negativa e positiva	49
Quadro 3 – Analogia entre paradigmas	61
Quadro 4 – Distinção entre interdisciplinaridade científica e escolar	85
Quadro 5 – Paradigmas da administração.....	106
Quadro 6 – Currículo mínimo de administração	112
Quadro 7 – <i>Ranking</i> da produção científica em administração de empresas no Brasil	123
Quadro 8 – Evolução da didática da ciência.....	180
Quadro 9 – Integração entre as matematizações horizontal e vertical, contextualização e descontextualização do conhecimento matemático	208
Quadro 10 – Unidade de análise – adequação da estrutura da proposta pedagógica	238
Quadro 11 – Subunidade de análise - estrutura pedagógica adequada.....	238
Quadro 12 – Unidade de análise – relevância dos conteúdos.....	239
Quadro 13 – Subunidade de análise – relevância dos conteúdos.....	240
Quadro 14 – Unidade de análise – adequação dos conteúdos na dinâmica da sequência didática	241
Quadro 15 – Subunidade de análise – adequação da dinâmica da sequência didática	241
Quadro 16 – Unidade de análise – adequação dos conteúdos e dos conceitos.....	242
Quadro 17 – Subunidade de análise – adequação dos conteúdos e dos conceitos.....	243
Quadro 18 – Unidade de análise – tempo destinado as atividades	244
Quadro 19 – Subunidade de análise – tempo destinado as atividades	244
Quadro 20 – Unidade de análise – Abordagem metodológica de ensino	245
Quadro 21 – Subunidade de análise – Abordagem metodológica de ensino	245
Quadro 22 – Unidade de análise – adequação da linguagem	246
Quadro 23 – Subunidade de análise – adequação da linguagem	247
Quadro 24 – Unidade de análise – modelos matemáticos	247

Quadro 25 – Subunidade de análise – modelos matemáticos.....	248
Quadro 26 – Unidade de análise – utilização de modelos matemáticos.....	248
Quadro 27 – Subunidade de análise – utilização de modelos matemáticos.....	249
Quadro 28 – Unidade de análise – contato com a complexidade interdisciplinar.....	250
Quadro 29 – Subunidade de análise – contato com a complexidade interdisciplinar.....	250
Quadro 30 – Resolução.....	266
Quadro 31 – Resolução satisfatória utilizando procedimento padrão.....	266
Quadro 32 – Resolução satisfatória utilizando outros procedimentos.....	268
Quadro 33 – Resolução parcialmente satisfatória utilizando procedimento padrão.....	269
Quadro 34 – Resolução parcialmente satisfatória utilizando outros procedimentos.....	270
Quadro 35 – Resoluções inaceitáveis.....	271
Quadro 36 – Questões não resolvidas.....	271
Quadro 37 – Procedimentos matemáticos algébricos.....	272
Quadro 38 – Procedimentos elementares.....	272
Quadro 39 – Procedimentos aprimorados.....	273
Quadro 40 – Procedimentos matemáticos gráficos.....	274
Quadro 41 – Utilização adequada de representação gráfica.....	275
Quadro 42 – Utilização inadequada de representação gráfica.....	276
Quadro 43 – Matematização horizontal.....	278
Quadro 44 – Identificação da matemática específica em um contexto geral.....	278
Quadro 45 – Formulação e visualização de um problema por diferentes modos.....	279
Quadro 46 – Descoberta de relações.....	280
Quadro 47 – Descoberta de regularidades.....	281
Quadro 48 – Reconhecimento de aspectos isomorfos em problemas diferente.....	282
Quadro 49 – Transferência de um problema do mundo real para um problema matemático.....	283
Quadro 50 – Transferência de um problema do mundo real para um modelo de conhecimento matemático.....	284

Quadro 51 – Matematização vertical	285
Quadro 52 – Representação de uma relação em uma formula	285
Quadro 53 – Refinamento e ajuste de modelos.....	286
Quadro 54 – Uso de diferentes modelos	287
Quadro 55 – Combinação e integração de modelos.....	287
Quadro 56 – Enunciado	289
Quadro 57 – Aborda questões matemáticas do cotidiano da administração	290
Quadro 58 – Apresenta valores quantitativos relevantes ao contexto do problema.....	291
Quadro 59 – Apresenta questionamentos relevantes ao contexto administração e da matemática	291
Quadro 60 – Resolução.....	292
Quadro 61 – Apresenta relação entre conceitos da administração e procedimentos matemáticos	292
Quadro 62 – Representação gráfica envolvendo conceitos da administração e matemáticos.....	293
Quadro 63 – A contextura do campo empírico de análise e complexa.....	295
Quadro 64 – Percepção de um problema a ser estudado	295
Quadro 65 – Seleção adequada de valores da contextura complexa.....	296
Quadro 66 – Produção adequada de um contexto reduzido a partir de uma contextura complexa.....	297
Quadro 67 – Categoria Aspectos Procedimentais das Resoluções.....	301
Quadro 68 – Categoria Aspectos Epistemológicos.....	304
Quadro 69 – Categoria Aspectos de Interdisciplinaridade Suplementar.....	305
Quadro 70 – Categoria Contextura Complexa na Enunciação de Problemas	306

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBICT	Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
NBR	Norma Brasileira

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	18
2	REFERENCIAL TEÓRICO	28
2.1	REDUÇÃO E COMPLEXIDADE	28
2.1.1	Paradigma da Redução	29
2.1.2	Paradigma da Complexidade	39
2.1.2.1	Sistema	42
2.1.2.1.1	<i>Organização de um sistema</i>	50
2.1.2.2	A lógica de um sistema complexo.....	52
2.1.2.3	Sujeito observador	55
2.1.2.4	Organizações ativas: seres-maquinas	56
2.1.2.5	O Método na complexidade	57
2.2	INTERDISCIPLINARIDADE.....	64
2.2.1	Breve Historia da Interdisciplinaridade.....	65
2.2.2	Contextualizando Histórico-Socialmente a Emergência da Interdisciplinaridade no Conhecimento e na Produção	69
2.2.3	Disciplina.....	74
2.2.4	Alem da Disciplina.....	76
2.2.5	Interdisciplinaridade	80
2.2.6	Interdisciplinaridade Científica e Interdisciplinaridade Educacional	84
2.2.7	Interdisciplinaridade e o Contexto Atual.....	87
3	EPISTEMOLOGIA E CONHECIMENTO	93
3.1	CONHECIMENTO	93
3.2	ADMINISTRAÇÃO.....	98
3.2.1	Uma Breve Historia da Administração	100
3.2.2	Evolução do Pensamento da Administração.....	101
3.2.3	Evolução da Administração no Brasil.....	108
3.2.4	Estado da Arte das Principais Instituições de Ensino Superior de Administração	118
3.3	MATEMÁTICA.....	125
3.3.1	Conhecimento Matemático	126

3.3.2	Matematização.....	132
3.3.2.1	Contextualização do conhecimento matemático	136
3.3.2.2	A descontextualização dos objetos matemáticos	138
3.3.2.3	Modelos	143
3.3.2.3.1	<i>Modelo matemático contextualizado</i>	150
3.3.2.3.2	<i>Modelo lógico-matemático tipo-essência</i>	151
4	APORTES METODOLÓGICOS	155
4.1	METODOLOGIA DE PESQUISA DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	155
4.2	METODOLOGIA DE ENSINO	161
4.2.1	Abordagem Metodológica para uma Integração Conciliadora	165
4.3	METODOLOGIA DE PESQUISA DIDÁTICA DA PROPOSTA PEDAGÓGICA.....	179
4.3.1	Aspectos Históricos da Didática das Ciências	179
4.3.2	Didática das Ciências e a Construção de Sequência Didáticas.....	183
4.3.3	Sequência Didática de Ensino do Conhecimento Matemático.....	186
4.4	METODOLOGIA DE ANÁLISE TEXTUAL DISCURSIVA.....	197
5	PROPOSTA PEDAGÓGICA	206
5.1	ELEMENTOS TEÓRICOS PARA ELABORAÇÃO DA PROPOSTA PEDAGÓGICA.....	206
5.1.1	Integração Teórica	209
5.2	PRESSUPOSTOS GERAIS DA PROPOSTA PEDAGÓGICA	215
5.2.1	Avaliação	217
5.3	ESTRUTURA E ANÁLISE DA PROPOSTA PEDAGÓGICA E ORIENTAÇÕES PARA SUA UTILIZAÇÃO	220
6	ANÁLISE E SÍNTESE DOS DADOS	231
6.1	PERFIL DOS PROFESSORES QUE ANALISARAM A PROPOSTA PEDAGÓGICA	231
6.1.1	Análise das Respostas dos Professores.....	232
6.1.2	Síntese das Respostas dos Professores	252
6.2	PERFIL DA INSTITUIÇÃO E DOS DISCENTES QUE PARTICIPARAM DA APLICAÇÃO DA PROPOSTA PEDAGÓGICA	259
6.2.1	Análise das Atividades Realizadas pelos Alunos.....	261
6.2.2	Síntese das Atividades dos Alunos	298

7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	315
	REFERÊNCIAS.....	323
	APÊNDICE.....	338
	APENDICE A.....	339
	APENDICE B.....	345
	APENDICE C.....	349
	APENDICE D.....	357
	APENDICE E.....	361
	APENDICE F.....	362
	ANEXO.....	363
	ANEXO A.....	364
	ANEXO B.....	366

1 INTRODUÇÃO

É comum encontrar, na primeira semana de aula do curso de administração, estudantes que expressam os mais variados sentimentos, como alegria, medo, surpresa, angústia, desespero, felicidade, frustração, entre outros, ao se depararem com um professor de matemática em sua frente. Esse tem sido o quadro que a proponente dessa pesquisa tem encontrado em sua experiência de cinco anos de docência no ensino do conhecimento matemático para o curso de administração.

O contato com esse quadro – associado ao fato desse curso integrar uma ciência social aplicada, cuja natureza apresenta-se tão distinta da natureza matemática – e o fato dos professores do próprio curso apontarem a matemática como sendo um problema para a formação em administração conduziram a proponente deste trabalho a realizar uma pesquisa no sentido de compreender alguns aspectos que contribuem para a ocorrência desse contexto e, também, de investigar o papel do ensino da matemática na formação de um administrador.

Em meio a diálogos informais com alunos e até com professores desse curso, vários deles comentaram que a matemática é um grande empecilho em suas vidas acadêmicas. É interessante observar que essas pessoas sequer conseguem ver o quanto as duas áreas estão envolvidas, nem o quanto a construção de um pensamento lógico-racional inerente ao conhecimento matemático pode viabilizar a vida de um administrador.

O trabalho de um profissional da administração está repleto não somente do pensamento matemático, que envolve a percepção (quantidade e forma), a linguagem matemática, o cálculo mental, a compreensão (parte-todo), a indução, a dedução, a generalização, entre outros processos, como também pelas estruturas lógico-matemáticas. Desse modo, vê-se que a necessidade e a relevância da aprendizagem matemática para um administrador são vitais. Mas quando se percebeu a importância da interação entre tais áreas do conhecimento humano?

Intuitivamente, é possível reconhecer que desde o momento em que o ser humano começou a gerenciar sua vida em sociedade, controlando seus bens de modo seguro (mesmo sem ter noção de que já começava a desenvolver noções de administração), ele necessitava de conhecimento matemático que envolvesse

cálculos mentais e escritos; de conhecimento relativo ao sistema de numeração que catalisasse sua escrita e da operacionalização dos cálculos por meio de técnicas que viabilizasse sua realização de modo eficiente e rápido.

Esses são exemplos de relações que vem sendo estabelecidas entre diferentes campos do conhecimento há séculos, principalmente a partir da sistematização de algumas áreas como a física, a química, a biologia, a geografia, a administração, como bem mostra a história da ciência. Especialmente no século XIX, a visão positivista, predominante naquele período, anunciava que os conceitos e as metodologias utilizados com sucesso pelas ciências naturais, por meio da matematização, poderiam ser aplicados em outras áreas da ciência com o intuito de contribuir com uma efetiva sistematização estrutural das mesmas.

O reflexo dessa visão ocorreu também na administração, segundo Bauer (1999), haja vista a existência da transposição analogística¹, na qual conceitos das ciências naturais foram implementados na administração. O autor comenta que a transposição de elementos de uma ciência natural para uma ciência social aplicada desloca o foco do subjetivo para o objetivo, ocasionando, assim, um reducionismo nessa ciência.

Nesse sentido, a adoção tanto conceitual quanto metodológica utilizada com sucesso em uma ciência pode não gerar resultados positivos quando aplicada em outra, especialmente se tais ciências possuem características distintas. Dessa maneira, a relevância da realização de um trabalho que investigue a natureza da matemática e da administração é fundamental para avaliar a possibilidade de integração entre suas estruturas, bem como da articulação entre os elementos que as compõem.

Esta pesquisa não pretende promover a aplicação de conceitos matemáticos puros² no curso de administração, como ocorreu com a transposição analogística proposta por Taylor (1856-1915), pois este estudo refere-se ao campo educacional e não ao da pesquisa científica. A ideia é analisar o quanto o pensamento matemático pode contribuir com a formação de um administrador e, por conseguinte, entender como a matemática pode auxiliar uma ciência social aplicada, em especial a administração, a compreender melhor os seus fenômenos.

¹ Ideia proposta por Frederick W. Taylor (1856-1915), no início do século XX.

² São conceitos cuja existência se dá exclusivamente em contextos matemáticos, ou seja, sem interação com qualquer outro campo científico ou da realidade física.

A área de administração, desde sua sistematização, tem estudado diversos aspectos inerentes ao seu campo de atuação. Entre eles, tem buscado a melhor maneira de estabelecer princípios e normas para obter o máximo de produtividade, de modo eficiente, com o menor custo possível e visando o maior lucro. Outro aspecto ao qual a área vem dedicando especial atenção diz respeito ao relacionamento interpessoal no âmbito tanto empresarial quanto industrial.

No campo da administração foram desenvolvidos e implementados diversos modelos de trabalho, os quais apresentavam caráter mecanicista, comportamentalista, humanista, entre outros. Tais modelos interferem não somente no processo de produção de mercado, como também na formação do administrador que, por sua vez, apresenta grande influência na determinação da carreira egressa dos discentes, ou seja, se sua formação for de caráter humanista, há grande probabilidade de que o egresso apresente uma tendência humanista em sua atividade da administração. O mesmo ocorre com os outros tipos de formação.

Nesses últimos anos, frente à complexidade sócio-econômica-cultural que o mundo tem apresentado, há uma busca por profissionais cuja formação apresente uma visão mais racional de trabalho. Nessa visão, aspectos como raciocínio lógico, domínio da linguagem matemática e conhecimentos de informática tornam-se essenciais para lidar com a quantidade de informações existentes. Destarte, o ensino da matemática, além de ser importante para formação do futuro administrador, tornou-se imprescindível e basilar.

O século XXI apresenta um quadro no qual praticamente o mundo todo vive interligado, com informações instantâneas dos acontecimentos, exigindo um cidadão crítico, informado e que esteja permanentemente conhecendo e aprendendo. Inserido nesse contexto, o cotidiano de um profissional da administração é permeado de situações novas e que exigem um comportamento fundamentado em um processo dinâmico, no qual a dúvida, a investigação e a experimentação façam parte de sua vida profissional.

Esse processo dinâmico apresenta duas características: ser contínuo e flexível. Contínuo, no sentido de que frequentemente surgem situações novas que demandam reflexões inovadoras, diversificadas e interpretações e análises relevantes ao contexto explorado. Flexível, no sentido de possibilitar a escolha metodológica e epistemológica de interpretação e análise.

Mas será que o conhecimento matemático, o desenvolvimento do raciocínio lógico e o domínio da linguagem matemática podem auxiliar o profissional da administração no decorrer desse processo?

Esse dinamismo e essa flexibilidade constituem reflexos do momento histórico-social hodierno, tendo em vista que a sociedade passa pela transição de um domínio industrial em que o mínimo de conhecimento era exigido de um indivíduo que permanecia anos em um único emprego e desempenhando a mesma função, para uma sociedade de informação. Essa sociedade exige um cidadão não somente apto a criar novas ideias e a desenvolver projetos de modo eficiente, como, capaz de tomar decisões acertadas, ou seja, demanda um trabalhador do conhecimento.

Na tentativa de atender a esse perfil de trabalhador, muitos cursos de administração têm revisto sua missão, seus objetivos e reestruturado suas grades curriculares. Em uma breve pesquisa realizada nas grades curriculares de algumas instituições de ensino superior, com relação à presença da disciplina de matemática, foi possível notar que diferentes terminologias são atribuídas a ela, como matemática; matemática I e II; cálculo; cálculo I e II; geometria analítica ou álgebra linear. As instituições também apresentam diferentes cargas horárias destinadas a essas disciplinas. A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), por exemplo, apresenta uma carga horária de 90h/a para a disciplina de matemática; a Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), 90 h/a para cálculo e 60 h/a para álgebra linear; a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) possui carga horária de 72h/a para a disciplina de matemática; a Universidade Estadual de Maringá (UEM) conta com as disciplinas de matemática I (68h/a) e matemática II (68h/a); a Universidade Estadual de Londrina (UEL) apresenta carga horária de 34h/a para a disciplina de matemática; a Fundação Getúlio Vargas (FGV), de São Paulo, conta com as disciplinas de geometria analítica (90h/a), cálculo I (90h/a), cálculo II (90h/a), álgebra linear (90h/a) e cálculo III (90h/a) e o Instituto de Ensino e Pesquisa – Insper – Ibmec, de São Paulo, possui as disciplinas de cálculo I (80h/a) e cálculo II (80h/a). É relevante salientar que a proposta aqui apresentada não foi produzida com a intenção de contemplar plenamente o ensino de matemática para um curso de administração, e sim de atuar como o ensino introdutório desse conhecimento nesse curso, o qual viabilizará o trabalho com os demais conteúdos que algumas instituições propõem, como cálculo, geometria analítica e álgebra

linear. Embora algumas instituições tenham apresentado a terminologia cálculo, o assunto de funções, contemplado na proposta pedagógica deste trabalho, também é estudado na introdução dessa disciplina, o que torna essa pesquisa viável de ser trabalhada também nessas instituições.

A preocupação com a adequação dos cursos de administração ao contexto sócio-econômico-cultural vigente revela um cuidado especial com a qualidade dos mesmos. Essa preocupação torna-se relevante principalmente ao se considerar a quantidade de cursos dessa área que surgiram na última década, como indica a tabela 01.

Tabela 01: Quantidade de cursos de administração

Tempo (anos)	Quantidade de cursos (u)
Antes de 1960	2
1960	31
1970	247
1980	305
1990	823
2000	1 462
2010	1 805

Fonte: Conselho Federal de Administração³

A expansão dos cursos de administração, tanto em instituições públicas quanto privadas, frente às mudanças impostas pela evolução sócio-cultural tem exigido um grande desafio dessas instituições – a de assumir a responsabilidade de ofertar cursos de qualidade capazes de formar profissionais competentes em sua área e integrados à sociedade global contemporânea.

Tais mudanças evocam uma presença mais efetiva da matemática na formação do aluno ingresso nesse curso. Porém, alguns questionamentos surgem: Qual é, de fato, a importância de se ensinar matemática para um futuro administrador? Não aprender matemática durante a formação pode prejudicar um estudante de administração em sua carreira egressa? Admitindo que o ensino de

³ Informações obtidas no site do Conselho Federal de Administração <http://www2.cfa.org.br/formacao-profissional/destaques/avaliacao%20de%20cursos%20pelo%20sistema%20cfa_cras/administracao-financeira>, consultado em 01/02/2011.

matemática seja importante para a formação de um administrador, que enfoque epistemológico e metodológico seria apropriado utilizar?

Com a intenção de buscar discussões tecidas pela academia, a esse respeito, foi realizada uma pesquisa em dissertações de mestrados, teses de doutorado, revistas da área de administração, como a revista ANGRAD, Revista de Administração Contemporânea (RAC), RAC-Eletrônica, Revista Gestão e Conhecimento, Brazilian Business Review e eventos da área. Poucos trabalhos que discutem o ensino do conhecimento matemático voltado à área de administração, realizado em dissertações, teses e revistas, foram encontrados. Entre os pesquisadores que investigam esse tema é possível citar, por exemplo, Santos, Capelari, Sperandio (2008), Ackel Pinto (2005), Maggi (2005), Macedo (2004) e Macintyre (2002).

Entre os eventos da área de administração, o encontro da associação nacional de pós-graduação e pesquisa em administração, o EnANPAD é um evento anual reconhecido como o mais relevante da área de administração. Nele são debatidos, teorizados e publicados diferentes perspectivas em onze áreas funcionais, inclusive com uma área voltada ao ensino: Ensino e pesquisa em administração e contabilidade (EPQ). Foi realizada uma pesquisa nos anais desse evento entre os anos de 1998 a 2010, com o objetivo de encontrar artigos que discutissem o ensino introdutório de matemática no curso de administração e, nesse período, foram encontrados trabalhos que tratavam de temas como matemática financeira como auxílio para a administração; a contribuição da estatística para a área; o uso da modelagem de equações estruturais e suas aplicações na administração, entre outros. Contudo, foi encontrado somente um trabalho que tratava desse ensino introdutório da matemática no curso de administração, apresentado por Peñaloza, Lima e Guerra, no evento do ano de 2007.

A escassez de pesquisas relacionadas a esse tema instigou ainda mais a realização desta pesquisa, no sentido de investigar qual o papel e a adequação dos conteúdos matemáticos na formação em administração a partir da elaboração de uma proposta pedagógica orientada por uma abordagem metodológica apropriada.

Assim, considerando a abrangência e a diversidade da natureza das áreas envolvidas nessa investigação e a complexidade das questões

epistemológicas, metodológicas e didáticas envolvidas nessa pesquisa, o objetivo principal deste trabalho consiste em:

Investigar a construção e a adequação de uma proposta pedagógica de ensino introdutório de matemática, para o curso de administração, mediante uma abordagem metodológica de ensino que se fundamenta nos aportes teóricos da matematização, segundo uma ação interdisciplinar que permeia a dinâmica estabelecida pelo desenvolvimento do conhecimento matemático em meio às contexturas de redução e de complexidade.

A formulação de objetivos auxiliares específicos pode tornar a condução do trabalho mais consistente na delimitação do foco principal da investigação, pois além de contribuir com a análise da investigação, esses objetivos podem viabilizar a articulação entre os pressupostos teóricos e os dados reais, como reconhecem Lüdke e André (1986).

Nesse sentido, para alcançar o objetivo principal acima apresentado, alguns objetivos auxiliares específicos nortearão tal pesquisa, a saber:

1. Realizar um estudo epistemológico da natureza do conhecimento matemático e da administração destacando uma relação interdisciplinar suplementar entre ambos, tanto no campo epistemológico quanto no educacional, especialmente com relação às contribuições do primeiro com o desenvolvimento do profissional de administração;
2. Investigar um processo de construção dos modelos matemáticos contextualizados e tipo-essência mediante o desenvolvimento gradual da matematização necessária à obtenção dos mesmos, bem como uma aplicação de ambos aos diversos contextos da administração;
3. Investigar a possibilidade de uma articulação entre a estrutura presente na matemática e na administração, segundo um circuito recursivo, já que a primeira possui valores cognitivos universais enquanto a segunda apresenta valores cognitivos temporários que variam conforme o contexto sócio-temporal vigente;

4. Analisar quais competências e habilidades da área de administração podem ser potencialmente desenvolvidas com o ensino do conhecimento matemático;
5. Identificar, no âmbito da educação matemática, uma abordagem metodológica adequada ao ensino introdutório de matemática, na formação em administração, levando em consideração os aspectos interdisciplinares que permeiam a dinâmica estabelecida pelo conhecimento matemático em meio as contextura de redução e da complexidade;
6. Elaborar e aplicar uma proposta pedagógica do ensino de matemática em um curso de administração, considerando os aportes teóricos e metodológicos estudados;
7. Realizar uma análise textual discursiva dos dados obtidos na análise da proposta pedagógica, bem como das atividades realizadas pelos alunos com o objetivo de analisar a adequação da mesma.

O desenvolvimento deste trabalho é apresentado em sete capítulos. A introdução é o primeiro deles, cuja intenção é dar uma noção do trabalho como um todo e, principalmente, apresentar a problemática que instigou a realização do mesmo.

O segundo capítulo apresenta um estudo a respeito dos paradigmas da redução e da complexidade, no qual é enfatizada a necessidade científica da ampliação do primeiro para o segundo paradigma e a indispensável coexistência de ambos. Esse capítulo proporciona, também, um estudo dos referenciais relativos à interdisciplinaridade, tendo em vista que a problemática do trabalho evoca uma ação interdisciplinar que envolve a integração entre as estruturas epistemológicas de duas áreas do conhecimento humano, cuja natureza apresenta algumas características diferentes.

O terceiro capítulo contextualiza o curso de administração a partir de um estudo histórico que mostra seu surgimento e sua evolução ao longo de algumas centenas de anos, bem como apresenta uma discussão a respeito da estrutura oficial exigida para o funcionamento educacional desse curso.

Nesse mesmo capítulo é apresentado um estudo teórico que fundamenta a construção epistemológica do conhecimento matemático. Especificamente, são abordadas questões relativas à matematização (componentes: matematizações horizontal e vertical) e aos diferentes aspectos nos quais um contexto pode apresentar-se (contextualizado, descontextualizado ou recontextualizado). A intenção é a de promover a construção de modelos matemáticos, viabilizando assim o ensino e, conseqüentemente, a aprendizagem do conhecimento matemático.

No quarto capítulo são apresentados os aportes metodológicos que fundamentam a pesquisa. Dentre tais aportes, a *metodologia de pesquisa da fundamentação teórica* envolve uma discussão a respeito do procedimento que fundamenta a metodologia de pesquisa qualitativa compreendendo uma análise documental em fontes primárias, como livros, artigos, resoluções, pareceres, entre outros. A *metodologia de ensino* expõe as bases que estruturam a abordagem desenvolvida especialmente para a proposta pedagógica apresentada neste trabalho – a abordagem metodológica para uma integração conciliadora. A *metodologia de pesquisa da didática da ciência*, utilizada para orientar a construção da proposta pedagógica, compreende uma sequência didática de ensino do conhecimento matemático, produzida segundo a abordagem metodológica proposta neste projeto. E, a quarta metodologia da – *análise textual discursiva* –, traz as bases para a realização da análise dos dados obtidos na aplicação da proposta.

A integração entre os referenciais teóricos e as fundamentações da proposta pedagógica elaborada neste trabalho, para ser aplicada em um curso de administração, são apresentadas no quinto capítulo. Essa proposta encontra-se no apêndice D.

A análise e a síntese dos dados são apresentadas no sexto capítulo. Foram feitas duas. A primeira, com os dados obtidos da análise da proposta realizada pelos professores, e a segunda, da análise das atividades realizadas pelos alunos na aplicação da proposta pedagógica. Nesse capítulo são apresentados, também, os perfis dos professores, dos alunos e da instituição de ensino onde foi aplicada a proposta, bem como a síntese de cada análise com seu respectivo metatexto.

Após as análises, as conclusões finais a respeito dessa pesquisa – que investiga papel e a relevância do conhecimento matemático na área de

administração e a construção de uma proposta pedagógica do ensino introdutório de matemática para o curso de administração, segundo uma abordagem metodológica apropriada – são apresentadas no sétimo capítulo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo será apresentado um estudo a respeito dos referenciais que fundamentam a pesquisa e a construção da proposta pedagógica, envolvendo os paradigmas da complexidade e da redução, e a interdisciplinaridade.

2.1 REDUÇÃO E COMPLEXIDADE

A teoria do conhecimento tem evoluído de forma a buscar o melhor modo de compreender a natureza e seus fenômenos. Os caminhos que a humanidade tem procurado para tal empreendimento, como o paradigma da redução, sem dúvida, auxiliaram e auxiliam no entendimento de muitos aspectos inerentes à contextura do mundo físico. No entanto, esse paradigma prioriza a compreensão da racionalidade fundamentada na lógica clássica, permitindo o desenvolvimento e a sistematização de algumas áreas do conhecimento, como as ciências formais e naturais, em detrimento de outras.

Houve avanço no desenvolvimento do conhecimento científico, porém alguns aspectos não contemplados nesse paradigma passaram a ser repensados, como a dificuldade de reintegração dos fragmentos do conhecimento obtidos após análise, visando à compreensão do todo e à reconsideração da subjetividade, que é inerente à construção do conhecimento que, por sua vez, é produzido pelo ser humano.

Devido a tais fatores, o desenvolvimento do conhecimento científico passa a percorrer novos e amplos caminhos, procurando agregar aspectos até então desconsiderados, porém decisivos para a compreensão do mundo físico. Assim, surge o paradigma da complexidade, o qual vem atender a essas expectativas.

O objetivo deste capítulo é, portanto, mostrar que a teoria da complexidade apresenta-se como sendo capaz de abarcar a compreensão do mundo físico sob a luz do conhecimento científico, principalmente quando aliada ao paradigma da redução.

2.1.1 Paradigma da Redução

O paradigma da redução teve origem no século XVII, quando a ciência passou por um período de grandes mudanças, marcado por profundas rupturas no pensamento e pela busca por entendimento do universo, tanto no aspecto epistemológico, como antropológico e cosmológico. Nesse contexto sociocultural, René Descartes (1596-1650), importante filósofo e cientista, desenvolveu uma série de trabalhos que influenciaria, por séculos, não somente a ciência como toda organização do conhecimento.

Descartes (1996), profundamente decepcionado com o ensino fundamentado na filosofia escolástica que recebera em sua formação, argumentou que somente as matemáticas seriam capazes de demonstrar, de fato, aquilo que afirmam. Influenciado por tais ideias, o filósofo produziu algumas obras científicas que revolucionariam sua época, tais como *A Dióptrica*, *Os Meteoros* e *A Geometria*, acompanhadas de um prefácio denominado *Discurso do Método*.

Inspirado nas matemáticas e em sua notável cadeia de raciocínio, Descartes (1996) buscava por um método que pudesse conduzi-lo à razão. Seu intuito não era o de ensinar o método, mas de expô-lo à comunidade científica em forma de um discurso acerca de um método criado para bem conduzir seu próprio raciocínio. No *Discurso do Método*, Descartes (1996, p. 23) apresentou quatro princípios fundantes de seu método:

- Não aceitar coisa alguma como verdadeira sem conhecê-la evidentemente como tal; ou seja, incluir nos juízos somente o que se apresenta de forma clara e distinta ao espírito, de modo a evitar qualquer tipo de precipitação ou eventual dúvida.
- Dividir as dificuldades encontradas em tantas parcelas quantas forem possíveis e necessárias para melhor analisá-las e resolvê-las.
- A condução e o desenvolvimento do pensamento devem começar pelos objetos mais simples e fáceis de conhecer e seguir na direção dos conhecimentos mais compostos, segundo determinada ordem.

- Analisar de forma completa todos os objetos, fazendo enumerações e revisões gerais, de modo a nada omitir.

Em seu método, o filósofo buscou a compreensão do real, propondo o *desmembramento* dos objetos complexos para que todos os seus componentes fossem realmente conhecidos, ou seja, defendeu a ideia de *separação* do todo para que fosse possível a sua análise; após a segregação, ele propôs a realização da *síntese* partindo do simples até o complexo, e do reconhecimento da verdade a partir da *evidência*.

As concepções de Descartes (1996), expostas em seu método, produziram êxito não somente satisfazendo seus anseios filosóficos, como também causando grande repercussão no âmbito sócio-histórico-cultural, principalmente da ciência, do século XVII até os dias de hoje. O pesquisador Morin (2007) reconhece Descartes (1996) como sendo o criador do “paradigma da simplificação”, o qual se fundamenta na disjunção, redução, abstração e, principalmente, no estabelecimento da ordem e da certeza para o bom entendimento. Neste trabalho, esse paradigma será reconhecido como paradigma da redução, tendo em vista que se considera a existência de uma redução do sistema complexo e não uma simplificação do mesmo.

O método separou o sujeito pensante do objeto estudado, isso é, promoveu a dissociação entre a cultura humanista e a cultura científica, aceitando somente as ideias claras e distintas como princípio de verdade, a partir do estabelecimento da organização (ordem) dos objetos que permeiam cada fenômeno estudado e das certezas suscitadas por eles.

Os benefícios proporcionados pelas ideias presentes no método de Descartes (1996) permitiram às ciências da natureza um grande avanço na busca pela compreensão do universo. Houve progresso quanto ao bem estar e ao conforto físico do ser humano, a cura de muitas doenças foi alcançada, foi possível a descoberta da célula e de sua estrutura, e o desbravamento de galáxias. A humanidade evoluiu graças ao desenvolvimento e ao progresso das ciências da

natureza e das ciências formais⁴, cujo sistema esteve sob a regência do método desenvolvido por Descartes (1996).

Os conhecimentos desenvolvidos a partir desse método dominaram o pensamento ocidental. Passou-se a dar ênfase ao desenvolvimento da cultura científica, considerando a objetividade e descartando o mundo subjetivo. Assim, o desenvolvimento científico passava a ser regido pelo paradigma da redução, que fundamentaria toda a ciência moderna, cujo domínio se estendeu até o século XIX.

Essa ciência estabeleceu três premissas fundamentais, existentes no plano da razão, que buscam leis e ordem universais, por meio das quais seria possível chegar ao entendimento do universo:

- a existência de leis universais, de caráter matemático;
- a descoberta dessas leis pela experiência científica;
- a reprodutibilidade perfeita dos dados experimentais.

Fundamentando-se em tais premissas, a física clássica alcançou grande sucesso, por meio dos estudos e dos trabalhos desenvolvidos por pesquisadores tais como Galileu (1564-1642), Kepler (1571-1630) e Newton (1642-1727). Em virtude de seu êxito, a física foi tomada como modelo para pesquisa e análise do conhecimento científico.

A adoção desse arquétipo de pesquisa e análise atribuiu destaque ao conhecimento objetivo, com o qual as ciências naturais e as formais apresentaram grande evolução, dando menos ênfase ao conhecimento subjetivo predominante nas ciências sociais aplicadas, nas artes, entre outras.

A física clássica, segundo Morin, teve a ambição de

[...] isolar os fenômenos, suas causas, seus efeitos; arrancar da Natureza seus segredos; experimentar para substituir a afirmação e a racionalização pela prova e pela verificação. [...] Arrancando da Natureza seus segredos, a física desnaturou o universo. A redução e a simplificação, necessárias às análises, tornaram-se motores fundamentais da pesquisa e da explicação, ocultando tudo o que não era simplificável, ou seja, tudo o que é desordem e organização. (MORIN, 2005a, p. 442).

⁴ Nesta pesquisa será considerada a classificação das ciências apresentada por Costa (1999), que as divide em formais (matemática e lógica) e factuais ou reais (demais ciências). Dentre as ciências factuais, a física, a química e a biologia integram as ciências naturais.

Esse arquétipo adotado contribui não somente para a divisão do conhecimento em partes, como para o aprofundamento de suas essências e funcionalidades, atribuindo um caráter objetivo a tudo e a todos. O conhecimento explorado foi transformado em objeto a ser estudado e sistematizado, concebido não segundo sua própria natureza, mas conforme modelos matemáticos.

O sucesso alcançado pela física clássica irradiou-se no mundo científico, levando muitos pesquisadores a produzirem correspondências entre as ideias fundamentais da física e aquelas presentes nos campos econômicos, sociais, sociais aplicados, históricos, entre outros. Contudo, mesmo buscando tal correspondência, o campo das ciências humanas e sociais, por sua própria natureza subjetiva, não conseguiram alcançar o êxito desejado em suas pesquisas. Tal fato começou a gerar um descompasso para o progresso do conhecimento humano.

A busca pelo entendimento do universo como um todo, composto por suas peculiaridades (físicas, biológicas, químicas, sociais, humanas, históricas e outras) integradas, complementares e antagônicas, deixou de ser vista desse modo e passou a ser analisada segundo suas especialidades. Nesse sentido, as ciências naturais e as formais foram as que melhor corresponderam aos anseios dos cientistas, e que progredem abundantemente até os dias atuais em meio às suas práxis científicas.

Mas o que levou essas ciências a alcançar maior sucesso que outras?

Para compreender melhor esse questionamento, fez-se necessário conhecer alguns aspectos idiossincráticos dessas ciências. O arquétipo assumido como meio de entendimento da realidade – a física clássica – fundamentou-se em três ideias:

- *Continuidade*: ao se passar de um ponto a outro do espaço e do tempo, passa-se por todos os pontos intermediários também. Matematicamente, esse princípio fundamentou-se no cálculo infinitesimal.
- *Causalidade local*: todo e qualquer fenômeno físico requer um encadeamento contínuo de causas e efeitos, ou seja, toda causa gera um efeito, assim, qualquer efeito provém de uma causa.
- *Determinismo* (oriundos das duas ideias anteriores): conhecendo-se as posições e as velocidades de objetos físicos em um

determinado instante, é possível prever, por meio de cálculos matemáticos qualquer posição e velocidade de tais objetos em qualquer outro instante do tempo.

A eficácia da aplicação desses conceitos, como representações adequadas dos fenômenos e a sua simplicidade, viabilizou uma analogia do funcionamento do universo com o de uma máquina. Em tal comparação, o universo foi reduzido a uma máquina cujo funcionamento perfeito e regulado tornou-se totalmente previsível.

Aliando essa concepção de universo, cujo funcionamento é perfeito, regulável e previsível, à ruptura entre o indivíduo conhecedor e a realidade, percebeu-se que essa passou a ser vista de modo independente do observador e, esse por sua vez, transformou-se em objeto também.

Cabe ressaltar que a ciência moderna teve a pretensão de desenvolver uma teoria que explicasse um único nível de realidade presente tanto no âmbito das pesquisas científicas quanto no acadêmico.

O conhecimento almejado e produzido por essa ciência foi um conhecimento objetivo, cuja estrutura buscou fragmentar ou desmembrar o saber em disciplinas especializadas, em seguida estudá-lo e analisá-lo profundamente e, por fim, juntá-lo novamente com o intuito de evidenciar e alcançar a compreensão do todo.

Esse raciocínio parecia ser perfeito, tendo em vista que os fenômenos compreendem uma ampla diversidade de variáveis, se apresentam de forma emaranhada, com uma organização própria de difícil entendimento. Então, ao estudar cada fenômeno, devia-se, primeiramente, desmembrá-lo em diversas disciplinas, como um vaso que propositadamente é quebrado para que cada fragmento fosse analisado. Em seguida, partia-se para o entendimento, no qual se juntam as partes fragmentadas já compreendidas isoladamente, para, assim, a noção do todo ser obtida, assim como se juntam as partes do vaso para novamente tê-lo por inteiro.

Nesse sentido, as disciplinas que estilhaçaram o objeto do conhecimento complexo também o mantiveram restrito, na medida em que não possibilitam o inter-relacionamento de suas partes, quer seja por complementaridade ou por oposição com outros objetos.

Complementarmente a essa ideia, Morin (2005a) comenta que os alunos que se tornam pesquisadores especialistas, apresentam raciocínio consoante esse, trabalham somente com questões vagas, abstratas e não operacionais do conhecimento, não estabelecendo articulações e reflexões entre as partes analisadas e o mundo físico.

Para Morin (2007), o conhecimento produzido a partir do estudo das partes é fundamentado nas ciências formais. Desse modo,

Tal conhecimento, necessariamente, baseava seu rigor e sua operacionalidade na medida e no cálculo: mas, cada vez mais, a matematização e a formalização desintegraram os seres e os entes para só considerar como únicas realidades as fórmulas e equações que governam as entidades quantificadas. (MORIN, 2007, p. 12).

Desenvolveu-se, dessa maneira, o paradigma da redução, cujas bases foram sustentadas: pela fragmentação dos fenômenos oriundos da segregação do mundo físico em partes; pela produção do conhecimento baseado nas ciências formais; pela análise da estrutura e do funcionamento dos fragmentos; pela ruptura entre o observador/pesquisador e o objeto estudado; pela objetivização do conhecimento; e pelo não reconhecimento do subjetivo.

A ciência moderna apoiada no paradigma da redução proporcionou às ciências, principalmente naturais e formais, grande progresso. No entanto, tal redução gerou, também, como afirma Morin, “[...] a disjunção em entidades separadas e fechadas, a redução a um elemento simples, a expulsão do que não entra em um esquema linear”. (MORIN, 2005a, p. 36).

Esse pensamento redutor estruturou-se em três modos fundamentais: a idealização (admitia que o real fosse inteligível e, que sendo assim, a ideia pudesse absorver a realidade); a racionalização (imputava a ordem e a coerência à realidade); e a normalização (instituía regras com a intenção de solapar o estranho, o irredutível e o mistério). Esse modo de pensar encerrou o conhecimento em um sistema fechado no qual a ordem, a organização e a certeza propiciaram efetiva estabilidade à estrutura analisada, o que acarretou o desenvolvimento da esperada previsibilidade dos fenômenos.

Por séculos a humanidade tentou encontrar um princípio do conhecimento que mostrasse o segredo da natureza. Parece que o caminho da idealização, da racionalização e da normatização mostrou-se o melhor, tendo em

vista que ele explicava muitos fenômenos, oferecendo o entendimento dos mesmos, descobrindo suas estruturas de funcionamento e, principalmente, oferecendo suas condições de previsibilidade, embora fosse conquistado à custa da disjunção dos componentes do conhecimento.

Ora, se ao analisar um fenômeno não era possível entendê-lo e analisá-lo num todo, então restou separá-lo, conhecer a estrutura de cada elemento que o compunha, reunir suas partes novamente e, num último passo, reintegrar o conhecimento em seu contexto antropossocial para uma possível compreensão do todo. Contudo, esse último passo não foi realizado, ou seja, não houve a reunificação dos fragmentos do conhecimento com o real físico.

O método que possibilitou conhecer a estrutura dos objetos também a mantinha completamente isolada. Era inegável que o conhecimento das estruturas teve importância crucial para o entendimento dos fenômenos, mas foram as articulações e as integrações que elas realizam que deram sentido ao conhecimento e o aproximaram da contextura do mundo físico; caso contrário, podia-se incorrer à errônea produção de conhecimento obsoleto.

O método difundido pregou que seria possível conhecer um objeto isolando-o de seu contexto sócio-histórico. Essa noção conduziu Morin (2005a) ao reconhecimento do princípio de disjunção, o qual condenou às ciências humanas a inconsistência extrafísica e às ciências naturais a inconsciência de sua realidade social.

A experiência científica, que tornou evidente a estrutura do conhecimento a partir da sua partição, também pode gerar novas integrações e articulações com outras estruturas, como afirma Morin,

[...]. Ela provoca certamente um relativo isolamento inibindo certas interações, mas *ela provoca, por si mesma, novos tipos de interações*.[...] A experiência retira, portanto, um objeto de seu contexto físico real, um ser de sua ecologia biológica real, mas o introduz em um novo contexto real, de caráter antropossociológico, cujas idéias abstratas são parte integrante. (MORIN, 2005a, p. 430 – grifos do autor).

Mas como reintegrar os fragmentos que, após análise, criaram não somente autonomia do todo, mas também estabeleceram novas interações com diferentes objetos?

As fronteiras dos fragmentos disciplinares localizavam-se próximas umas das outras, o que possibilitou a existência de interações na orla dos mesmos. Gerou-se, assim, diferentes relações interdisciplinares, ocasionadas inclusive pela necessidade de solução de problemas.

Embora a ação interdisciplinar não representasse uma tentativa de junção dos fragmentos disciplinares, acabou produzindo uma natural e forte ligação entre eles. Esse processo ocasionou, entretanto, modificações em suas orlas, acrescidas de novos e diferentes elementos oriundos das interações.

Desse processo interdisciplinar um paradoxo nasceu, pois sabia-se que o todo equivalia à soma das partes, mas, no caso exposto anteriormente, a soma das partes representava mais do que o todo. Então, como seria possível entender esse paradoxo segundo o paradigma da redução? E mais, como seria possível realizar uma análise mais abrangente, reintegrando o subjetivo antropológico no objetivo científico?

Esses questionamentos revelaram claramente que o paradigma da redução não deu conta de explicar a natureza complexa dos fenômenos analisados. Não se podia, contudo, perder de vista que o resultado da pesquisa científica, fosse ele físico ou ideal, era oriundo do trabalho do sujeito pesquisador. Era inegável, portanto, o fato de que tanto o sujeito quanto o observador interferiam em seus processos de investigação. Morin faz sérios questionamentos a esse respeito.

Pode-se aceitar que o conhecimento seja fundado na exclusão do conhecedor, que o pensamento seja fundado na exclusão do pensador, que o sujeito seja excluído da construção do objeto? Que a ciência seja totalmente inconsciente de sua inserção e de sua determinação sociais? Pode-se considerar como normal e evidente que o conhecimento científico não tenha sujeito e que seu objeto seja deslocado entre as ciências, esmigalhado entre as disciplinas? (MORIN, 2005a, p.28).

As estruturas da ciência hodierna instauraram o paradigma da redução que: separou o sujeito da realidade por meio do conhecimento objetivo; abandonou a subjetividade, embora a ação do sujeito, possuidor de uma única história de vida com seus valores próprios e conhecimentos adquiridos capaz de criar, pesquisar, descobrir e analisar cada fenômeno, fosse fundamental para o desenvolvimento e a evolução da ciência; assumiu a matemática como linguagem e sistema operacional eficiente dessa nova ciência empírico-racional; e tomou como

arquétipo de ciência a física, fundamentada nas ideias de continuidade, causalidade local e determinismo. Todavia, esse paradigma foi abalado pelo próprio reducionismo epistemológico que considerava o cientificismo objetivo, principalmente com relação às questões ontológicas, epistemológicas, metodológicas e lógicas.

No começo do século XX, algumas descobertas intensificaram essa crise, fazendo desmoronar o paradigma científico da redução. O pesquisador Max Planck (1858-1947), descobriu que a energia apresentava uma estrutura descontínua, ou seja, ela podia se mover sem passar por pontos intermediários, podendo aparecer como corpúsculo ou como onda. A descoberta dessa estrutura diferenciada – o quantum – fez a ideia de continuidade presente na física clássica cair por terra.

A segunda ideia – da causalidade local – também sofreu modificações com a descoberta de Planck. Na década de 70, a natureza de um novo tipo de causalidade que fundamentou, de modo mais integral, a ideia da descontinuidade foi elucidada – a causalidade global. Nesse novo tipo de causalidade, a interação entre as entidades físicas ocorria independentemente de seus afastamentos e localizações no espaço. Essa questão evocou um novo conceito na física, o da *não separabilidade*, isto é, as entidades quânticas continuavam interagindo independentemente de seus afastamentos.

O desmoronamento da terceira ideia – o determinismo – ocorreu logo em seguida. O físico Werner Heisenberg (1901-1976) comprovou, por meio de cálculos, a indeterminação da localização espacial e temporal do quantum. Surgiu, assim, uma nova concepção, o indeterminismo.

Em função de todas essas descobertas, um novo paradigma começou a se instalar na ciência, paradigma esse que evocou um estatuto ontológico que sedimentasse sua natureza; um estatuto epistemológico que esclarecesse como e por que certos fenômenos ocorriam; um estatuto metodológico que permitisse unificar e organizar os fragmentos do todo levando em consideração a natureza do fenômeno, sua realidade antropossocial e suas relações interdisciplinares; um estatuto que apresentasse sua lógica própria.

Portanto, o paradigma da redução, predominante na física clássica, cujos fundamentos baseavam-se nas noções de continuidade, de causalidade local

e do determinismo, passou a ser substituído por outro, fundamentado na descontinuidade, na causalidade global e no indeterminismo.

A descoberta do quantum provocou profundas alterações não somente no mundo científico, mas na concepção do universo como um todo. As leis físicas presentes no nível microfísico diferenciavam-se das existentes no nível macrofísico, o que implicou na coexistência de pelo menos dois níveis de realidade. Segundo Nicolescu, “O maior impacto cultural da revolução quântica é, sem dúvida, o de colocar em questão o dogma filosófico contemporâneo da existência de um único nível de Realidade.” (NICOLESCU, 1999, p. 24).

O quantum abalou, também, as estruturas lógicas que fundamentaram o paradigma da física clássica, sustentadas em três axiomas, a saber:

1. O axioma da identidade: $A \text{ é } A$.
2. O axioma da não-contradição: $A \text{ não é não-}A$.
3. O axioma do terceiro excluído: não existe um terceiro termo T que é ao mesmo tempo A e não- A .

Assim, uma nova lógica que comportasse a coexistência da onda e do corpúsculo, a existência de pares contraditórios mutuamente exclusivos (A e não- A), da continuidade e da descontinuidade, da causalidade local e global e da separabilidade e não separabilidade precisou ser estabelecida.

A descoberta do quantum e a ruptura dos fundamentos com a lógica clássica evocaram a mudança do paradigma da redução, até então predominante, para o *paradigma da complexidade*. Esse novo paradigma começou a se estabelecer e exercer influência não somente no campo da física clássica, mas também nas ciências formais, nas ciências da natureza, nas ciências sociais, entre outras, sendo considerado como predominante no contexto sócio-histórico-cultural hodierno.

2.1.2 Paradigma da Complexidade

O paradigma da complexidade tem um domínio de atuação bem mais abrangente que o paradigma da redução, pois considera o ser humano como um ser simultaneamente físico, biológico e humano.

Sua dinâmica estrutural apresenta-se por meio de uma articulação denominada circuito e não por meio da redução, como no paradigma anterior. A complexidade não opera por meio da redução do todo a fragmentos, mas por meio da análise do todo segundo a relação circular:



Figura 1 - Relação circular entre física, biologia e antropossociologia
Fonte: Morin (2005a, p. 24).

De acordo com o paradigma da redução, tais realidades foram isoladas e reduzidas. A antropologia ficou restrita à biologia, que por sua vez foi reduzida à física. Nesse processo, o sujeito/objeto foi dissociado, ou seja, o sujeito pensante, que contava com sua identidade única constituída ao longo de seu contexto sócio-histórico, tornou-se apropriação da filosofia; e o objeto, que constituía o elemento base para estudo dos fenômenos, tornou-se apropriação da física.

No paradigma da complexidade, segundo Morin (2005a), ocorre uma relação circular na qual a realidade física depende da realidade antropossocial, que por sua vez depende da realidade física e ambas dependem da biológica. Mas como é possível alcançar a inteligibilidade da e na complexidade?

A complexidade não é sinônimo de complicação, pois, se o fosse, seria de fácil entendimento, tendo em vista que é possível reduzir o complicado a princípios simples. A complexidade exige um novo modo de pensar e de conhecer, o que resultará em um novo modo de agir, tendo em vista que, como afirma Morin, “*o saber transforma e nos transforma*” (MORIN, 2005a, p. 467 – grifos do autor). O próprio autor argumenta ainda que

[...]. O problema do pensamento complexo é desde já pensar junto, sem incoerência, duas idéias contrárias. Isso só é possível se

encontramos: a) o metaponto de vista que relativiza a contradição, b) a inscrição em um circuito que torna produtiva a associação das noções antagônicas tornadas complementares. (MORIN, 2005a, p. 458).

A primeira questão que a complexidade evoca é a simplicidade. É difícil reduzir a natureza complexa para uma forma simplificada, caso sejam levados em consideração todos os seus aspectos físicos, biológicos e antropossociais. Para que ocorra a simplificação, é necessária uma redução do todo em fragmentos, o que faz com que muitos fatores inerentes aos aspectos supracitados não sejam considerados, como, por exemplo, a interação entre os fragmentos e o reconhecimento do sujeito/observador.

Morin (2005a) admite a existência do simples, a seu ver o simples constitui um momento arbitrário de abstração presente na complexidade, o autor inclusive reconhece que esse momento é um instrumento eficaz de manipulação de uma lâmina do complexo. Ele concebe a gênese, a organização e a evolução como complexa; a partícula como hipercomplexa; e a natureza como insimplificável. Mas como teria surgido a complexidade? Segundo Morin,

A complexidade surge então no coração do Uno simultaneamente como relatividade, relacionalidade, diversidade, alteridade, duplicidade, ambigüidade, incerteza, antagonismo e na união destas noções, que são, uma em relação às outras, complementares, concorrentes e antagônicas. (MORIN, 2005a, p. 185 – grifos do autor).

O autor entende como *uno* um sistema que apresenta essência complexa, isto é, identidade própria simultaneamente múltipla e una, e que, por sua vez, participa também da essência complexa do todo. A unidade complexa produz, igualmente, suas emergências.

Mas o que são emergências?

De acordo com Morin (2005a, p. 137),

Pode-se chamar de emergências as qualidades ou propriedades de um sistema que apresenta um caráter de novidade com relação às qualidades ou propriedades de componentes considerados isolados ou dispostos diferentemente em um outro tipo de sistema.

As noções de qualidade ou propriedade (nascem das articulações e das combinações efetuadas pelos componentes de um sistema), produto (a

emergência é produto da organização do sistema), globalidade (a emergência é inseparável da unidade global) e novidade (a emergência é uma qualidade nova) devem estar entrelaçadas para que seja possível compreender as emergências.

Esse novo paradigma não nega os conceitos de análise e disjunção estabelecidos pelo método desenvolvido por Descartes, isto é, ele não se apresenta como antianalítico e antidisjuntivo. Mas admite a análise segundo uma existência permanente, que busca a síntese, a qual, por sua vez, busca a análise e assim sucessiva e infinitamente no seio de um sistema.

O paradigma da complexidade admite a disjunção do fenômeno, isto é, ele aceita o isolamento e a reunião dos fragmentos não de forma isolada, mas inseridos em um circuito recursivo do conhecimento, que, de acordo com Morin (2005a, p. 462), apresenta-se da seguinte forma:



Figura 2 – Circuito recursivo isolar/reunir
Fonte: Morin (2005a, p. 462).

O circuito anterior apresenta-se como sendo recursivo. Porém, o que vem a ser essa recursividade?

A recursividade tem como característica a ação de se repetir infinitamente, isso quer dizer que, no circuito apresentado na figura 2, após o isolamento dos fragmentos, é necessário reuni-los para que se tenha a compreensão do todo e, para uma posterior reorganização, isolá-los para análise e reuni-los novamente para compreensão e assim por diante indefinidamente.

Enfim, faz-se necessário, de acordo com Morin (2005a), estabelecer uma nova reorganização conceitual e teórica com o intuito de implementar um novo paradigma e uma nova epistemologia, segundo um *método* que possibilite a evolução do pensamento, a ação de reintegrar o que estava segregado e pensar no que estava oculto.

Buscando conhecer um pouco mais a respeito do paradigma da complexidade, segue explanação dos componentes organizacionais que o compõe.

2.1.2.1 Sistema

O sistema representa, para a complexidade, a unidade global não elementar, assim como o objeto representa a unidade base no paradigma da redução. É relevante associar a noção de que um sistema é uma unidade e, por isso, é complexo.

Tudo o que era objeto passa a ser, na complexidade, um sistema, desde átomos, células, sociedades, galáxias até os objetos-chave que compõe a física, a biologia, a sociologia, entre outras ciências. E o que não compõe um sistema?

De acordo Morin (2005a, p.128) além dos sistemas, existe a dispersão. Para o estudioso, “[...] Nosso mundo organizado é um arquipélago de sistemas no oceano da desordem.”

Morin (2005a) afirma que a própria vida é um sistema de sistemas, tendo em vista que o ser vivo constitui um sistema individual integrado a um sistema reprodutivo, o qual, por seu turno, integra um ecossistema, que integra ainda a biosfera e assim por diante.

Um sistema complexo possui três características essenciais, ele é complementar, concorrente e antagônico. O sistema apresenta, em meio à desordem, componentes que se mostram concorrentes, ou seja, competem entre si; antagônicos – incompatíveis e contrários entre si; mas, ao mesmo tempo, são complementares.

Os sistemas complexos originam-se quando uma crise se revela por meio de transformações nas quais as diferenças tornam-se oposições, as complementaridades em antagonismos e a desordem toma conta do sistema.

Mas como encontrar uma saída para superar o antagonismo?

Morin (2005a, p. 155) afirma que a única possibilidade seria implementar uma série de ações ativas no sistema, como:

- integrar e utilizar o máximo possível os antagonismos de maneira organizacional,
- renovar a energia indo buscá-la no meio ambiente e regenerar a organização,
- se autodefender de maneira eficaz contra as agressões exteriores e corrigir as desordens interiores,

- se automultiplicar de maneira que a taxa de reprodução ultrapasse a taxa de desintegração.

O sistema complexo compreende tanto instâncias físicas, empíricas e fenomenais, como formais e ideais. De acordo com Morin (2005a, p. 178), “[...] Em seu coração organizacional podem se encontrar a inter-relação física e a relação própria à formalização matemática”. Percebe-se, desse modo, que o autor admite as formalizações lógico-matemáticas presentes no paradigma da redução, porém acrescenta instâncias que levam em consideração o contexto sócio-histórico-cultural.

Segundo Morin (2005b, p. 444), o cálculo está presente em toda parte. Para o autor é necessário,

[...] conceber a unidade das duas dimensões total e arbitrariamente separadas pelo pensamento disjuntivo: a dimensão existencial e a dimensão lógico-matemática. São dois aspectos do mesmo, no sentido não de que os vivos “obedecem” a uma ordem abstrata lógico-matemática que os dispõe e os desloca, mas no sentido de que fazem operações lógicas e matemáticas, o que significa exatamente: computar.

É importante ressaltar que a concepção paradigmática complexa instituída por Morin atribui importância fundamental à operacionalização lógico-matemática, a qual apresenta existência no paradigma da redução.

Corroborando com essa ideia, o pesquisador Holland (1995), que desenvolve pesquisas relacionadas aos sistemas complexos adaptativos⁵, considera que há princípios gerais que fundamentam nossa compreensão a respeito desses sistemas, embora eles sofram mudanças constantes. Para ele, “[...] a coerência e persistência de cada sistema dependem de interações extensas, agregação de elementos diversos, e adaptação ou aprendizagem” (HOLLAND, 1995, p. 4).

A seu ver, o foco desses sistemas muda de tempos em tempos, de modo que o que se vê são fragmentos desses princípios e o contorno dos sistemas, a partir dos quais se torna possível realizar conjecturas profícuas. Ao produzir essas conjecturas, Holland apresenta a matemática como sendo sua condição *sine qua non* para tal.

A matemática tem um papel fundamental porque só ela nos permite formular generalizações rigorosas ou princípios. Nem experiências

⁵ Os sistemas complexos adaptativos serão conceituados no decorrer deste capítulo.

físicas, nem experimentos baseados em computador, por si só, podem fornecer tais generalizações. Experimentos físicos normalmente são limitados a fornecer subsídios e restrições para modelos de rigor, porque as experiências em si são raramente descritas em uma linguagem que permite a exploração dedutiva. Experimentos baseados em computador têm descrições rigorosas, mas tratam apenas de detalhes. Um modelo matemático bem concebido, por outro lado, generaliza as informações reveladas por experimentos de física, os modelos baseados em computador e as comparações interdisciplinares. Além disso, as ferramentas da matemática fornecem derivações rigorosas e previsões aplicáveis a todos os sistemas complexos adaptativos. (HOLLAND, 1995, p. 161-162).

Fundamentado nesse ideário, pode-se concluir que, paradigmaticamente, a complexidade apresenta-se de forma mais ampla que a redução, estando essa inclusa naquela, como apresentado na figura 3.



Figura 3 – Paradigmas complementares
Fonte: do autor

Morin (2005a, p. 462) afirma também que,

O caráter original do paradigma da complexidade é que ele difere, graças à sua natureza intrínseca, do paradigma de simplificação/disjunção, e esta extrema diferença lhe permite compreender e integrar a simplificação. Com efeito, ele se opõe absolutamente ao princípio absoluto de simplificação, mas ele integra a simplificação/disjunção tornada princípio relativo. Ele não pede para afastar a distinção, a análise, o isolamento, ele pede para incluí-los, não apenas num metassistema, mas num processo ativo e gerador.

Uma crítica atribuída ao paradigma da redução remete ao fato de que suas análises, sínteses e explicações são fundamentadas somente nos fragmentos do todo. Tal fato pode gerar uma interpretação equivocada ou

deformada de um sistema, já que as análises são efetuadas em um estado de decomposição do todo, ao passo que as explicações devem ocorrer no estado de composição, contando com princípios aditivos de um sistema que integra, reorganiza, reanalisa e transforma o todo conforme seu contexto, pois a análise efetuada a partir do estudo dos fragmentos oferece uma visão parcial do todo.

A inter-relação existente entre os fragmentos e o todo se apresenta como sendo de suma importância. O paradigma da complexidade admite que há momentos em que o fragmento é concebido em função do todo e, também, em condição de isolamento, tendo em vista que cada fragmento apresenta sua própria irreduzibilidade em relação ao sistema. Assim, a inter-relação entre as partes e o todo pode ser descrita por meio de uma explicação recursiva segundo o circuito:

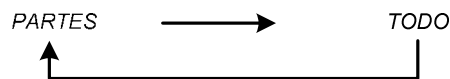


Figura 4 – Circuito recursivo partes/todo
Fonte: Morin (2005a, p. 158).

A ação recursiva do circuito partes/todo pode ser trabalhada, de acordo com o pesquisador Rosnay (2002), por meio da relação que se estabelece entre a abordagem analítica e a abordagem sistêmica dos saberes com o intuito de promover a integração dos conhecimentos.

A seu ver, a abordagem analítica leva a uma fragmentação dos conhecimentos; já a abordagem sistêmica possibilita a visão total da articulação dos conhecimentos fragmentados, analisados na abordagem anterior.

Rosnay (2002) apresenta tais abordagens como complementares, estabelecendo uma comparação entre elas. Neste trabalho, essa comparação foi sistematizada no quadro 1.

ABORDAGEM ANALÍTICA	ABORDAGEM SISTÊMICA
Foco nos elementos.	Interesse pelas interações que acontecem entre os elementos.
Considera a natureza das interações.	Considera os efeitos da natureza das interações de modo igualitário.
Prima pela precisão dos detalhes.	Prima pela percepção global.
É independente da duração.	Integra todos os tempos de duração.
Modifica uma variável de cada vez.	Modifica grupos de variáveis simultaneamente.
Os fatos são validados por provas experimentais no âmbito de uma teoria.	Os fatos são validados por meio da comparação do funcionamento do modelo com a realidade.
Reduz os saberes a uma quantidade de disciplinas desconexas e isoladas umas das outras, cuja natureza é enciclopédica.	Foca as interações entre os parâmetros e entre os fenômenos, considerando a dinâmica de evolução e sua relação no tempo.

Quadro 1 – Abordagem analítica e sistêmica
 Fonte: Adaptado de Rosnay (2002, p. 493-494).

Rosnay (2002, p. 494) comenta que há “[...] uma complementaridade entre as duas: a abordagem analítica permite extrair os fatos da natureza, a abordagem sistêmica favorece sua inclusão num quadro de referências mais amplo, o que permite o exercício da razão, da lógica.”

Enquanto a primeira abordagem fundamenta as teorias com os componentes oriundos da natureza, a segunda possibilita a visão global dos sistemas, o que torna possível a ação. Segundo o autor, a abordagem sistêmica pode ser considerada, também, como uma metodologia, pois possibilita a organização dos conhecimentos com vistas a uma maior eficácia da ação.

Analisando tais abordagens no campo da educação, o autor afirma que

Aprender e ensinar por aprender e ensinar é uma coisa. Aprender e ensinar por agir é outra. Aprender e ensinar para compreender os resultados e os objetivos de sua ação é ainda outra. Mais do que levar à acumulação permanente dos conhecimentos, a relação entre analítica e sistêmica deve permitir a religação dos saberes num quadro de referências mais amplo, favorecendo o exercício da análise e da lógica. E não é esse um dos objetivos fundamentais da educação? (ROSNAY, 2002, p. 498).

Nesse sentido, o autor defende a ideia de que a integração dos conhecimentos obtida da relação entre as abordagens analítica e sistêmica contribui para que o estudante adquira a cultura da complexidade e não um amontoado de conhecimentos desconexos e fragmentados, resultantes de uma abordagem enciclopédica.

A dinâmica, presente na articulação entre as abordagens analítica e sistêmica, apresenta-se, portanto, como um caminho para buscar o entendimento da complexidade que permeia o real, tendo em vista a diversidade de sistemas que o integra. Morin (2005a), classifica os sistemas em diferentes categorias:

- *sistema*: compreende todo sistema que manifesta autonomia e emergência com relação ao que lhe é exterior;
- *subsistema*: compreende todo sistema que manifesta subordinação em relação a um sistema no qual ele está integrado como parte;
- *suprassistema*: comporta todo sistema controlando outros sistemas, mas sem integrá-los entre si;
- *ecossistema*: envolve o conjunto sistêmico cujas inter-relações e interações constituem o ambiente do sistema que aí está englobado;
- *metassistema*: envolve o sistema resultante das inter-relações mutuamente transformadoras e englobantes de dois sistemas anteriormente independentes.

Desse modo, no paradigma da complexidade, ocorre um processo dinâmico no qual sistemas, subsistemas, suprassistemas, ecossistemas e metassistemas são permanentemente analisados por meio da abordagem analítica, segundo o paradigma da redução e, posteriormente, analisados por meio de uma abordagem sistêmica, consoante o paradigma da complexidade. É a compreensão dessa dinâmica que torna possível o entendimento do real físico e, conseqüentemente, a possibilidade de uma ação mais efetiva e coerente com o contexto sócio-histórico-cultural. Disso decorre a importância do entendimento detalhado de um sistema.

Um sistema toma forma ao mesmo tempo em que se transforma. Segundo Morin (2005a), esse é um princípio-chave, que se torna ativo e dialético na organização viva, constituindo um circuito recursivo ininterrupto.

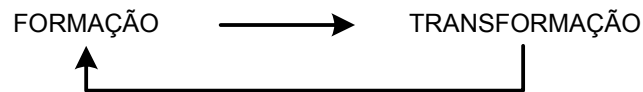


Figura 5 – Circuito recursivo formação/transformação
Fonte: do autor

A noção de sistema vai além da ordem e da consonância, ela comporta a dissonância, o antagonismo e a oposição. Um sistema é diferente da soma dos fragmentos, ele é, simultaneamente, mais e menos que a adição:

- O todo é mais que a soma das partes: o sistema como um todo (unidade global, organização, qualidades ou propriedades⁶ existentes e emergentes) se apresenta como algo maior que a soma de suas partes, tendo em vista que abrange não somente as partes, como também as interações oriundas das articulações ocorridas entre elas.
- O todo é menos que a soma das partes: quando se analisa o todo, muitas qualidades não são consideradas, desaparecendo em meio ao sistema. Além disso, há coerções que impõem restrições e servidões, as quais fazem com que algumas qualidades se percam ou se inibam. Assim, o todo não possibilita enxergar a riqueza de detalhes que permeia cada uma de suas partes.

O todo constantemente se forma e se transforma por meio de interações que ocorrem no sistema, tais interações são concebidas como ações, as quais podem apresentar-se de várias maneiras. Elas podem, de acordo com Morin (2005a), aparecer como *reações* (mecânicas, químicas), *transações* (ações de troca) ou *retroações* (retorno ao processo que as produz).

As retroações evocam um infinito retorno à organização do sistema, podendo apresentar-se como positivas ou negativas. Morin (2005a, p. 274) estabeleceu uma analogia entre tais tipos de retroações, como segue:

⁶ As qualidades e as propriedades apresentam-se como semelhantes em um sistema complexo.

Retroação negativa	Retroação positiva
Anulação do desvio	Amplificação do desvio
Constância	Tendência
Circuito	Sequência
Entropia estacionária	Aumento ou diminuição de entropia
Conservação das formas (morfostase)	Destruição ou criação das formas (morfogênese)
<i>Dike</i>	<i>Ubris</i>
Repetição, recomeço	Devir, dispersão
Recalque das perturbações	Crise, desregramento, acidentes

Quadro 2 – Retroação negativa e positiva
Fonte: Morin (2005a, p. 274).

A retroação negativa busca a organização de um sistema, primando por anular possíveis desvios, mantendo a constância dos circuitos e das formas, e procura constituir uma entropia estacionária, dando preferência sempre ao que é justo (*dike*) e reprimindo as perturbações. Essas ações promovem não somente a organização como possibilitam um recomeço, ou seja, uma nova interação do sistema já organizado com outros sistemas, de forma que entra em ação a retroação positiva.

Essa retroação, contrariamente à outra, não somente mantém como amplia possíveis desvios, buscando tendências possíveis por meio da criação ou da destruição das formas existentes. Nessa retroação, não se estabelecem circuitos, mas sequências em meio ao aumento ou à diminuição da entropia, o que comprova um excesso desmedido (*ubris*) das ações, causando dispersões, gerando crise, acidentes e falta de regras.

Em suma, ambas as retroações coexistem de forma complementar, alternando-se constantemente no interior de um sistema e promovendo, assim, a evolução do mesmo, tendo em vista que, separadamente, “A retroação negativa sozinha é a organização sem a evolução. A retroação positiva sozinha é a deriva e a dispersão” (MORIN, 2005a, p. 275).

Tanto na retroação negativa quanto na positiva, Morin (2005a) utiliza o termo *entropia* para caracterizar as diferenças existentes entre esses dois tipos de retroação. No entanto, o que vem a ser uma entropia? A entropia evidencia o estado de desordem de um sistema, ou seja, ela mensura a desordem existente no interior do sistema e, também, a diminuição das possibilidades de informação entre o observador e o que é observado.

Uma concepção importante que deve ser compreendida é a de que a estrutura de um fragmento presente no paradigma da redução passa a ser entendida como organização no paradigma da complexidade. A organização compreende também a essência de um sistema.

2.1.2.1.1 Organização de um sistema

A noção de organização de um sistema é mais rica que a noção de estrutura. Enquanto a estrutura é construída a partir da combinação das unidades de base segundo regras, a organização apresenta-se como morfoestática, isto é, ela preserva a forma, a existência e a identidade do sistema. Segundo Morin (2005a), a manutenção permanente da organização pode se dar em dois níveis que precisam ser ligados, mas ao mesmo tempo distinguidos, a saber:

- o nível estrutural e gerador: composto por regras organizacionais, em que se produz a forma e o ser fenomenal;
- o nível fenomenal: no qual o todo mantém a constância de suas formas e de suas propriedades mesmo sofrendo interferência, oscilações, perturbações, acasos e agressões, as quais são corrigidas por regulações.

A organização tanto se forma como se transforma, assim como o sistema. Ora, se se trata da organização de um sistema, espera-se que ela corresponda a alguns princípios do mesmo. Assim, de acordo com Morin, a organização e o sistema estão intimamente imbricados.

[...]. A organização de um sistema e o próprio sistema são constituídos de inter-relações. A própria noção de sistema completa a noção de organização tanto quanto a noção de organização completa a de sistema. A organização articula a noção de sistema, que fenomenaliza a noção de organização, ligando-a a elementos materiais e a um todo fenomenal. A organização é a face interiorizada do sistema (inter-relações, articulações, estrutura), o sistema é a face exteriorizada da organização (forma, globalidade, emergência). (MORIN, 2005a, p. 182).

Enquanto o paradigma da redução busca a ordem, o da complexidade admite, *a priori*, a existência da desordem. Faz-se importante lembrar que tudo, até mesmo o próprio universo, é construído em meio à desordem. Morin lembra que

O universo não é somente construído apesar da desordem, ele também é construído na e pela desordem, quer dizer, na e pela catástrofe original e as rupturas que se seguiram, no e pelo desdobramento desordenado do calor, nas e pelas turbulências, nas e pelas desigualdades de processo que comandaram toda materialização, toda diversificação, toda interação, toda organização. (MORIN, 2005a, p. 99).

Enquanto a organização pode promover a desordem por meio das transformações; a desordem pode, a partir das interações e também de imposições iniciais, produzir a ordem e, por conseguinte, a organização. São as interações que ocorrem no interior de um sistema que promovem essa dialogicidade entre os elementos que o compõem.

Morin (2005a, p. 72) conceitua as interações como sendo “[...] ações recíprocas que modificam o comportamento ou a natureza de elementos, corpos, objetos, fenômenos em presença ou em influência”. As interações, a seu ver, promovem o encontro entre os elementos, causando, assim, agitações, fluxos contrários e obedecendo a certas imposições próprias da natureza desses elementos que nelas se encontram.

Tomando como base a interação ocorrida entre a ordem, a organização e a desordem, o autor cria um circuito (figura 6), por ele denominado de circuito tetralógico, representando a relação entre esses elementos.

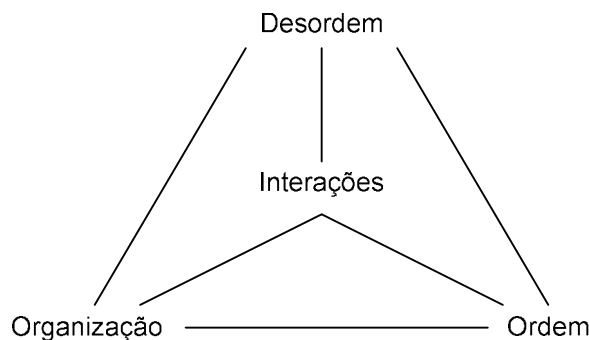


Figura 6 – Circuito tetralógico
Fonte: Morin (2005a, p. 104).

Nesse circuito, a organização e a ordem são concebidas a partir das interações e dos reencontros com a desordem. De acordo com Morin (2005a), o circuito tetralógico evidencia que quanto mais a organização e a ordem se desenvolvem, mais elas necessitam da desordem. Todavia, tanto a organização quanto a ordem apresentam certa vantagem em relação à desordem, tendo em vista que, quando um sistema constitui sua própria ordem e organização, elas conseguem resistir e se sobrepor à desordem.

Para Morin (2005a, p.35) “[...] a questão crucial é a de um princípio organizador do conhecimento, e o que é vital hoje em dia não é apenas aprender, não é apenas reaprender, não é apenas desaprender, mas *reorganizar nosso sistema mental para reaprender a aprender*” (grifos do autor).

Um grande aliado a essa reorganização são as simulações lógicas e alógicas (antagonismos, emergências), necessárias ao encadeamento de relações entre os componentes de um sistema, os quais apresentam propriedades conhecidas e desconhecidas. Assim, faz-se necessário conhecer a lógica que permeia o paradigma da complexidade.

2.1.2.2 A lógica de um sistema complexo

A lógica tem sofrido mudanças representacionais no decorrer do desenvolvimento do conhecimento humano. No século XIX, Boole enuncia a algebrização da lógica, já no século XX são sistematizadas a logicização da matemática e a matematização da lógica. Desse modo, a ontologia substancial dá lugar à ontologia formal, o que implica na preponderância de uma absolutização ontológica, ou seja, a lógica clássica corresponde, no paradigma da redução, à essência do real, ou melhor, à verdadeira realidade.

Mas qual o significado da lógica? Segundo Morin (2008, p.212),

Uma lógica institui a ordem e a regra computacional de qualquer pensamento e de qualquer sistema de idéias. O conjunto de regras lógicas constitui uma norma intelectual: os indivíduos que lhes estão submetidos computam/cogitam segundo essas regras. As doutrinas, teorias, ideologias, obedecem a essas mesmas regras de computação.

Simultaneamente às considerações do Círculo de Viena (1919-1936) (que considera como fútil e insensato tudo o que está fora do alcance da lógica e da apreensão empírica) e de Hilbert (1862-1943) (cujo trabalho evidencia, nas teorias científicas, as estruturas formais dos sistemas teóricos por meio de seu método de axiomatização ou formalização), emerge, na física clássica, a indeterminação quântica, a qual rompe com a certeza e apresenta a contradição. Todavia, tomando como base a lógica clássica, uma contradição representa um absurdo. Nesse sentido, Morin (2008, p. 220) comenta que

[...] no começo deste século, a microfísica chegou de modo racional a uma contradição maior, que afetou os próprios fundamentos da realidade empírica e da coerência lógica, quando se verificou que, segundo as condições experimentais (o *two slite experiment*), a partícula comportava-se ora como onda, ora como corpúsculo. O aspecto ondulatório da partícula permite a previsão de um certo número de fenômenos e o seu aspecto corpuscular evidencia trocas de energia em pequenas quantidades. A partícula não apenas tem, portanto, dois tipos de propriedades complementares, como também nela existem dois tipos de identidade que se excluem mutuamente. É uma contradição forte que surge na relação onda/partícula; não se trata de forma alguma de um antagonismo entre duas entidades associadas, a onda e o corpúsculo, mas de uma contradição em uma mesma realidade cujas duas manifestações excluem-se logicamente.

Levando em consideração os estados em que a partícula se apresenta, a lógica clássica torna-se completamente incoerente. Nota-se, então, a necessidade da criação de outro(s) tipo(s) de lógica(s) que dê(deem) conta das emergências contraditórias descobertas na natureza e que seja(m) maleável(is) – fracas – segundo uma concepção metalógica que integre a racionalidade aberta e supralógica, isto é, que apresente uma ordenação e um conjunto de regras mais abrangentes e abertos que as regras da lógica clássica.

Há diversos tipos de lógicas que rompem pelo menos um dos três princípios fundamentais da lógica clássica, como: a paraconsistente; a paracompleta; a difusa, também conhecida como lógica fuzzy; as que adotam sistemas que admitem não só o verdadeiro e o falso, como também o nem verdadeiro e o nem falso (lógica quadrivalente de Heyting); as que admitem o verdadeiro, o falso e o possível (lógica trivalente de Lukasiewicz); lógicas probabilísticas; e outras.

Conclui-se, assim, que a lógica clássica é insuficiente no paradigma da complexidade, sem tão pouco deixar de ser necessária, haja vista que ela é capaz de tornar inteligível parte da realidade objetiva que permeia o paradigma da redução.

Ademais, Morin (2008) argumenta que a lógica clássica fundamenta-se no pensamento dedutivo e indutivo, ignorando todo e qualquer outro tipo de pensamento. Entretanto, o desenvolvimento do pensamento que considere a estratégia, a invenção e a criação não só contém como supera essa lógica “*O pensamento, evidentemente, tem regras, mas qualquer regra só pode subsistir pelas suas exceções e desenvolver-se pelas suas transgressões.*” (MORIN, 2008, p. 253 - grifos do autor).

Faz-se necessário, portanto, desenvolver um pensamento que saiba lidar com contradições, ambiguidades, paradoxos e aporias, assegurando-as, questionando-as ou mesmo eliminando-as. Morin (2008) comenta que a própria vida comporta a lógica, isto é, que todo ser vivo computa e calcula incessantemente, embora sua existência tenha uma essência alógica. É preciso, então, que a razão deixe de fundamentar-se somente na lógica clássica e absorva outros tipos de pensamentos.

O autor reforça que a racionalidade humana necessita de uma lógica que vá além da clássica forte (rígida), uma lógica que seja maleável (fraca), “A verdadeira racionalidade é inacabada, aberta, necessitando de uma lógica inacabada, aberta [...]” (MORIN, 2008, p. 257).

Para o autor, a lógica não constitui uma máquina infalível que guia o pensamento, mas um aparelho a serviço do componente analítico do pensamento. Na sua concepção de complexidade, o autor é enfático ao assumir que “[...] o pensamento complexo integra e utiliza, embora ultrapassando-os e transgredindo-os, os princípios da lógica. *Não há metalógica, a não ser o próprio pensamento.*” (MORIN, 2008, p. 255 – grifos do autor).

Quando o autor confere tal responsabilidade ao pensamento, instantaneamente, está evocando a responsabilidade do sujeito observador mediante sua integração com o real físico. Contrariamente ao que pregava o paradigma da redução – exclusão do sujeito observador –, o paradigma da complexidade passa a considerá-lo como essencial.

2.1.2.3 Sujeito observador

A reintegração do observador à observação, do sujeito à pesquisa e a recuperação da humanização da produção do conhecimento apresentam-se como um grande progresso à ciência contemporânea. Assim, os sistemas complexos comportam não somente a observação e a produção do conceito, como também passam a considerar o observador e o sujeito, até então excluídos da construção do conhecimento em nome da objetividade (no paradigma da redução).

Nessa perspectiva, Morin (2005a, p. 180) argumenta que

A relação sistêmica entre observador e observação pode ser concebida de maneira mais complexa onde o espírito do observador/conceituador, sua teoria e, mais amplamente, sua cultura e sua sociedade são concebidos como sendo invólucros ecossistêmicos do sistema físico estudado; o ecossistema mental/cultural é necessário para que o sistema possa emergir como conceito; ele não cria o sistema considerado, mas ele o co-produz e alimenta a sua autonomia relativa.

Nota-se que a reintegração do observador e do sujeito à produção do conhecimento apresenta-se como um fator de suma importância para o desenvolvimento do paradigma da complexidade, sendo esse um diferencial importante entre esse paradigma e o da redução.

Outra reintegração a ser salientada é a da observação e da conceituação teórica ao seu ambiente histórico-social, ao qual Morin (2005b, p. 36) denominou de ecossistema. Segundo o autor, os ecossistemas constituem uma unidade complexa (sistema) de caráter organizacional que compreende “[...] o conjunto das interações numa unidade geofísica determinável contendo diversas populações vivas [...]”.

O caráter organizacional supracitado pode apresentar-se de diversos modos, dependendo do tipo de organização dominante. As organizações ativas apresentam a característica de que tudo nelas é ativo. Essa noção estende-se à natureza, a qual o autor chama de *physis*. Consoante o autor argumenta que “[...] o fato maior e fundamental da *physis* não é apenas a idéia de organização, mas a idéia de organização ativa. Os sistemas em repouso ou fixos são segundos e secundários” (MORIN, 2005a, p. 197-198). Com essa afirmação, o pesquisador

declara que o sistema clássico (paradigma da redução) é secundário ao sistema complexo (paradigma da complexidade), ou seja, ele inverte a situação apresentada pela ciência moderna, que dá destaque às ciências naturais e formais.

2.1.2.4 Organizações ativas: seres-máquinas

Morin concebe todo ser vivo como sendo uma máquina química que produz todos os componentes, complexidades e emergências necessárias à vida. Ele alega que a ideia de comparar o homem a uma máquina viva não é nova, haja vista que Descartes já havia elaborado uma teoria dos animais-máquinas. Contudo, a concepção de máquina até o momento reportava-se a algo mecânico e preciso, ao passo que a máquina na complexidade comporta a ideia de práxis⁷, produção e *poiesis* (criação).

A máquina constitui-se, assim, como sendo um ser físico *práxico* que estabelece transformações e desencadeia produções por meio de competências organizacionais. Tal concepção não reduz a vida ao conceito de máquina, porém admite sua ideia no sentido de conceber uma organização simultaneamente produtora, reprodutora e autoreprodutora.

Morin assume que os seres-máquinas, por meio de uma reorganização constante, produzem sua própria existência. O autor chega até mesmo a conceituar a vida a partir da concepção de máquina como sendo um “[...] *um processo polimaquina que produz seres-máquinas, os quais mantêm este processo por auto-reprodução.*” (MORIN, 2005a, p. 209 – grifos do autor).

O conceito de máquina não se restringe aos seres vivos somente, mas, de acordo com Morin (2005a), ele se estende às megamáquinas antropossociais, artificiais e polimáquinas vivas. O autor não estabelece uma hierarquia entre a diversidade de tipos de máquinas, porém ele admite que as máquinas artificiais sejam as últimas das máquinas.

⁷ Morin conceitua práxis com sendo “[...] o conjunto de atividades que efetuam transformações, produções, performances a partir de uma *competência*” (MORIN, 2005a, p. 199 – grifos do autor), e competência como a “[...] aptidão organizacional para condicionar ou determinar uma certa diversidade de ações/transformações/produções [...]” (MORIN, 2005a, p. 199).

Até o momento, foi apresentada a necessidade da criação de um novo paradigma para o conhecimento científico, tendo em vista a insuficiência apresentada pelo paradigma da redução. Contudo, a opção adotada neste trabalho foi pelo paradigma da complexidade, assim, faz-se necessário conhecer o método existente nesse paradigma.

2.1.2.5 O Método na Complexidade

Para Morin (2005a), a ciência atravessa uma crise, ocasionada pelo paradigma da redução – a crise do século XX –, na qual se busca a reintegração do conhecimento e a incorporação do observador e do sujeito à produção desse conhecimento.

Houve evolução com a segmentação do conhecimento; no entanto, atualmente essa quantidade ilimitada de conhecimentos isolados representa, em grande parte, somente volume desprovido de sentido. Desse modo, faz-se necessário dar sentido a tais conhecimentos, articulando-os novamente, reconhecendo os frutos interdisciplinares dessas articulações e incorporando tanto o observador quanto o sujeito na produção do conhecimento, segundo um novo paradigma – o da complexidade, representado na figura 7.

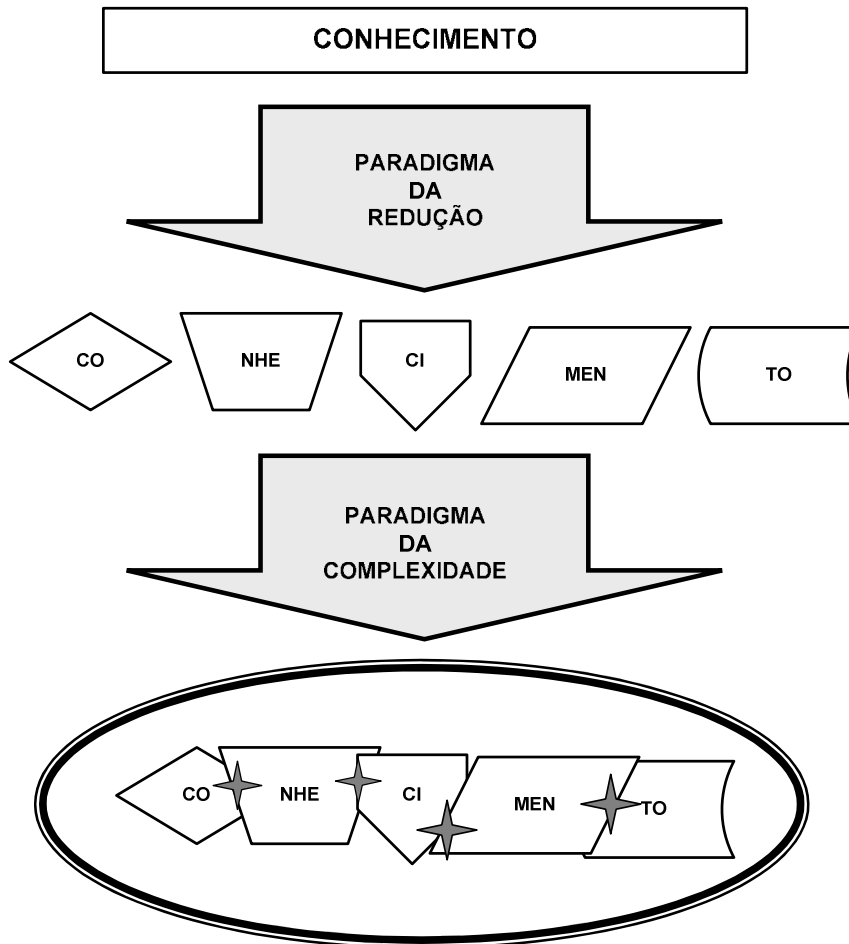


Figura 7 – Paradigmas do conhecimento
 Fonte: do autor

Segundo Morin (2005a), a existência do paradigma da redução foi um desvio permitido e possibilitado pela natureza da natureza.

[...] A Natureza é o que religa, articula, faz comunicar em profundidade o antropológico ao biológico e ao físico. Precisamos então reencontrar a Natureza para reencontrar nossa Natureza, como haviam sentido os românticos, autênticos guardiões da complexidade durante o século da grande Simplificação. A partir de então, vemos que a natureza do que nos afasta da Natureza constitui um desenvolvimento da Natureza, e nos aproxima ao mais íntimo da Natureza da Natureza. *A Natureza da Natureza está em nossa natureza. Nosso próprio desvio com relação à Natureza é animado pela Natureza da Natureza.* (MORIN, 2005a, p. 451 – grifos do autor).

A complexidade surge como a união da redução e da complexidade, e, sendo assim, a disjunção necessita ser completada pela conjunção; a unificação ocasionada pela redução deve ser substituída pela diversidade; a coisificação resultante da objetividade substituída pela coprodução oriunda da subjetividade; a

abstração absoluta deve ser combatida pela existência fenomênica idiossincrática dos ecossistemas.

O pensamento complexo deve absorver esse novo paradigma, porém sem se abster do paradigma antigo. De acordo com Morin (2005a), o circuito recursivo constituído pela redução e pela complexificação sempre existirá.

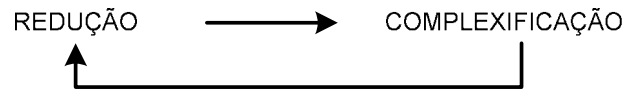


Figura 8 – Circuito recursivo redução/complexificação
Fonte: do autor

A existência permanente desse circuito recursivo, segundo o autor, se dá pela insuficiência dos nossos meios intelectuais diante do real, “Os processos simplificadores devem ser integrados, acolhidos em todo pensamento complexo. O que hoje deve ser recusado, combatido, é o reino da simplificação.” (MORIN, 2005b, p. 433).

Surge, assim, a grande questão: como alcançar a complexidade?

Para Morin (2005a), é possível alcançar a complexidade por meio de um “método” que possibilite a constituição de uma teoria a qual comporte a complexidade fenomênica.

Para o autor, “Uma teoria não é o conhecimento; ela permite o conhecimento. Uma teoria não é uma chegada; é a possibilidade de uma partida. Uma teoria não é uma solução; é a possibilidade de tratar um problema.” (MORIN, 1996, p. 335). A constituição cognitiva de uma teoria depende integralmente da atividade mental do sujeito produtor do conhecimento – vê-se que teoria e sujeito apresentam-se interligados no paradigma da complexidade. Segundo Morin (1996), é precisamente a presença essencial do sujeito na produção da teoria que confere ao método seu papel indispensável.

É possível notar que há uma relação recorrente entre o método e a teoria, isto é, o método gerado pela teoria a regenera incessantemente. Desse modo, em consonância com Morin (1996), a teoria não se apresenta como um conhecimento acabado, mas como um meio-fim em permanente recorrência.

A teoria e o método são os componentes imprescindíveis do conhecimento complexo. Para Morin (1996, p. 337),

o método torna-se central e vital:

- quando há, necessária e ativamente, reconhecimento e presença de um sujeito procurante, conhecente, pensante;
- quando a experiência não é uma fonte clara, não equívoca do conhecimento;
- quando se sabe que o conhecimento não é a acumulação dos dados ou informações, mas sua organização;
- quando a lógica perde seu valor perfeito e absoluto;
- quando a sociedade e a cultura permitem duvidar da ciência em vez de fundar o tabu da crença;
- quando se sabe que a teoria é sempre aberta e inacabada;
- quando há incerteza e tensão no conhecimento;
- quando o conhecimento revela e faz renascer ignorâncias e interrogações.

Morin (1996) tenta demonstrar, assim, que o método é constituído a partir da arte e da estratégia suscitadas pelas qualidades do sujeito na teoria da complexidade. O método é a atividade reorganizadora necessária à teoria, tendo em vista que toda teoria está sujeita à degradação natural.

Como bem lembra Morin (1996, p.339), Descartes concebia o método como sendo “[...] a arte de guiar a razão nas ciências.”. Entretanto, para o autor, o método corresponde “[...] a arte de guiar a ciência na razão”. O método na complexidade, portanto, constitui o próprio ato de pensar, de construir e percorrer caminhos, articulando diferentes elementos disjuntos, antagônicos e complementares em circuitos, segundo diferentes perspectivas. Morin (1996, p. 337) define o *método*, na complexidade, como “a atividade pensante e consciente do sujeito” (grifo nosso).

Conclui-se, dessa maneira, que o paradigma da complexidade, embora apresente características ontológicas, epistemológicas, metodológicas e lógicas distintas do paradigma da redução, não o nega. Pelo contrário, absorve-o extrapolando seus domínios e considerando, por meio da subjetividade, a realidade histórico-antropossocial.

Contudo, a efetiva utilização do paradigma da complexidade evoca não somente a apropriação, mas também o frequente emprego de termos próprios suscitados no paradigma. Cabe ressaltar que essa mudança demanda tempo, esclarecimento e compreensão de cada novo significado.

Nesse sentido, é importante estabelecer uma analogia entre os termos empregados em ambos os paradigmas, como mostra o quadro 3.

Paradigma da redução	Paradigma da complexidade
Assume a física clássica, que é regida por três ideias básicas, como modelo	A descoberta do <i>quantum</i> mina as três ideias que regiam a física
Fundamentado na lógica clássica	É alógico. Fundamenta-se no pensamento
Tudo passa a ser objeto	O observador e o sujeito passam a reivindicar existência
Assume a objetividade ignorando a subjetividade	A subjetividade começa a exigir lugar na produção dos conhecimentos
A produção do conhecimento possui existência independente do sujeito/observador	A produção do conhecimento e o sujeito/observação estão intimamente imbricados
Fragmentação do conhecimento	Análise do conhecimento como um todo antropológico e histórico
Elemento base: objeto	Elemento base: Sistema
Estrutura	Organização
Redução	Junção: circuito Método: inter/transdisciplinaridade
Método: <ul style="list-style-type: none"> • assume-se o fenômeno • fragmenta-se o fenômeno • analisa-se os fragmentos • sintetiza-se a análise • reintegra-se os fragmentos almejando a compreensão do todo. 	Novo método é instituído: o método é a atividade pensante do sujeito

Quadro 3 – Analogia entre paradigmas
Fonte: do autor

Outros pesquisadores também têm desenvolvido estudos relativos à complexidade, como Axelrod e Cohen (1999). Em seus trabalhos, os autores têm procurado estruturar um modo de pensar segundo uma configuração complexa.

Axelrod e Cohen (1999, p. 15), defendem a noção de que a complexidade de um sistema não corresponde ao *movimento de muitas partes*, porém

[...] consiste de partes que interagem de forma que influenciam fortemente as probabilidades de eventos posteriores. Complexidade muitas vezes resulta em características, chamadas propriedades emergentes, que são propriedades do sistema que as partes separadas não têm. Por exemplo, nenhum neurônio tem consciência, mas o cérebro humano tem consciência como uma propriedade emergente. Da mesma forma, um preço uniforme pode emergir em um mercado eficiente de muitos compradores e vendedores.

Esses pesquisadores desenvolveram suas investigações principalmente relacionadas aos sistemas complexos adaptativos. Admitem a existência de sistemas complexos, todavia defendem que nem todos são adaptáveis. Mas o que representa essa característica?

Para Axelrod e Cohen (1999), a adaptação de um sistema complexo varia de acordo com as estratégias utilizadas pelos agentes ou pela mudança da população, ocorridas ao longo do tempo, com vistas a melhorar o desempenho do sistema. A sobrevivência de um sistema pode ser prolongada quanto maior for sua adaptação. Assim, a adaptação deve aumentar a probabilidade de estratégias eficazes e reduzir as ineficazes.

Para uma melhor interpretação de seu trabalho, Axelrod e Cohen (1999) apresentam alguns conceitos considerados centrais em suas pesquisas a respeito dos sistemas complexos adaptativos:

- Estratégia, um padrão de ação condicional que indica o que fazer e em que circunstâncias.
- Artefato, um recurso material que tem localização definida e pode responder às ações dos agentes.
- Agente, uma coleção de propriedades (especialmente a localização), estratégias e recursos para interação com os artefatos e outros agentes.
- População, uma coleção de agentes, ou, em algumas situações, as coleções de estratégias.
- Sistema, um conjunto maior, incluindo uma ou mais populações de agentes e, possivelmente, também de artefatos.
- Tipo, todos os agentes (ou estratégias) em populações que têm alguma característica em comum.
- Variedade, a diversidade de tipos dentro de uma população ou sistema.
- Padrão de interação, as regularidades recorrentes de contato entre os tipos dentro de um sistema.
- Espaços (físicos), a localização no espaço geográfico e temporal dos agentes e artefatos.
- Espaços (conceitual), o "local" em um conjunto de categorias estruturadas de modo que "nas proximidades" agentes tenderão a interagir.
- Seleção, os processos que levam a um aumento ou diminuição na frequência de vários tipos de agentes ou de estratégias.
- Critério de sucesso ou medida de desempenho, com uma "pontuação", usada por um agente ou designer na atribuição de crédito na seleção de relativo sucesso (ou fracasso) de estratégias ou agentes. (AXELROD; COHEN, 1999, p. 153).

Os pesquisadores sintetizam um sistema complexo adaptativo, utilizando alguns dos conceitos supracitados do seguinte modo:

Agentes, de uma variedade de tipos, usam suas estratégias, em um padrão de interação, com outros agentes e com artefatos. As medidas de desempenho sobre os acontecimentos resultantes das seleções de agentes e/ou estratégias de unidade ocorrem por meio de processos de cópia propensos a erros e recombinação, mudando, assim, as frequências dos tipos dentro do sistema. (AXELROD; COHEN, 1999, p. 154).

Os autores argumentam que investigações a respeito da complexidade têm recebido considerável atenção nesses últimos tempos. Um dos motivos para isso corresponde aos avanços ocorridos no campo da computação, pois, com ela, a difícil solução de muitos problemas, a partir da utilização de ferramentas convencionais da matemática, progrediu consideravelmente.

Continuando, eles colocam que, em sistemas complexos, é difícil determinar quais são as escolhas apropriadas ou o que deve ser recompensado, “[...] Os custos para deliberação das escolhas podem ser altos, especialmente se eles exigem o aparato da lógica formal ou estatística, ou processos sociais de escolha, tal como análise científica [...].” (AXELROD; COHEN, 1999, p. 137).

A contextura de redução, cuja análise fundamenta-se no arcabouço matemático e na lógica formal, nem sempre é bem vista por alguns pesquisadores, pelo fato de restringirem tanto os agentes quanto as estratégias de análise dos sistemas complexos. Contudo, essa contextura é necessária à análise de muitos sistemas complexos ou pelo menos de parte deles.

Com base nas concepções teóricas investigadas no item 2.1 desse capítulo, pode-se concluir que Morin admite a existência da redução; a seu ver, ela constitui um momento arbitrário de abstração presente na complexidade. O autor reconhece inclusive que esse momento é um instrumento eficaz de manipulação de uma lâmina do complexo, haja vista que ele concebe a gênese, a organização e a evolução como complexas, a partícula como hipercomplexa e a natureza como insimplificável. Em consonância, Axelrod e Cohen defendem que uma abordagem dos sistemas complexos e adaptativos

[...] tem ricas possibilidades para preencher a lacuna que muitas vezes separa abordagens ‘humanista’ e ‘ciência dura’ da análise social. Ele permite que os estudiosos conheçam melhor a realidade dinâmica e multifacetada de nosso mundo social, no qual são claras ‘questões históricas’. A abordagem reduz a extrema simplificação

necessária para obter resultados nas ciências sociais 'duras', simplificação que os estudiosos de outras tradições podem razoavelmente considerar inaceitável. Ao mesmo tempo, o quadro coloca algumas restrições reais no raciocínio sobre os sistemas sociais, aumentando a consistência interna dos argumentos, fazendo alguma formalização possível, e melhorando as chances para uma observação precisa. Isso reduz as queixas sobre 'confusão' que muitas vezes são apresentadas pelos defensores da ciência social. (AXELROD; COHEN, 1999, p. 159).

É importante ressaltar, destarte, que atualmente há uma coexistência de diferentes contextos epistemológicos. Os pesquisadores desenvolvem, assim, suas pesquisas segundo o paradigma que melhor responda aos seus problemas estudados, de forma que muitos assumem o paradigma da redução; outros, o paradigma da complexidade; outros admitem os dois paradigmas; outros ainda, admitem diferentes paradigmas nem comentados nesta pesquisa, como, por exemplo, o da modernidade.

Neste trabalho, especificamente, serão considerados ambos os paradigmas, da redução e da complexidade, especialmente no âmbito acadêmico, porém sem ruptura entre eles, tendo em vista que o primeiro é parte integrante do segundo.

A adoção da complexidade implica na compreensão da ação interdisciplinar, haja vista que a análise de um contexto complexo envolve diversas disciplinas. Desse modo, com o intuito de conhecer as diferentes ações interdisciplinares existentes, o próximo capítulo abordará tal assunto.

2.2 INTERDISCIPLINARIDADE

Têm-se discutido muito a respeito de interdisciplinaridade. Contudo, há uma polissemia no que diz respeito à utilização desse termo, com diferentes acepções de tal ação que incluem desde a base epistemológica até as implementações pedagógicas de fato. Em outras palavras, não se tem encontrado um conceito satisfatório que caracterize o significado de interdisciplinaridade.

Podendo ser tomada como um estudo epistemológico ou como uma proposta metodológica, a interdisciplinaridade impõe-se tanto como uma

necessidade epistemológica, quanto uma necessidade de reorganização do conhecimento científico, propiciando a criação de um maior relacionamento entre as pesquisas científicas e o seu ensino, bem como o encurtamento das distâncias entre ambos.

A ação da interdisciplinaridade na busca pela compreensão da realidade física, cuja natureza é complexa, apresenta-se como uma grande aliada no estudo de problemas científicos emergentes, atuando como mediadora integrativa em meio a um real multifacetado.

A interdisciplinaridade – epistemologicamente – tem a função de amenizar a fragmentação apresentada pelo conhecimento científico e de viabilizar a integração entre as áreas do conhecimento humano.

2.2.1 Breve História da Interdisciplinaridade

Escritos epistemológicos, segundo Gusdorf (1977), apontam a necessidade da interdisciplinaridade desde o início da ciência ocidental. Os sofistas gregos produziram um programa denominado *enkuklios paideia* (educação circular), que fundamentava um ensino circular, no qual os alunos realizavam pesquisas em todas as disciplinas que compunham a ordem intelectual.

Esse programa foi retomado e desenvolvido pelos romanos, culminando em outro, denominado *orbis doctrinae* (doutrina mundial), que foi repassado aos mestres do período medieval.

No século XIII, de acordo com Gusdorf (1977), as artes liberais fundamentadas na causa da liberdade intelectual se sobressaíram no campo da ciência e da educação. Essas artes liberais tinham o intuito de formar um todo unificado que incluía as letras e as ciências, compreendendo o *trivium* (gramática, retórica e dialética) e o *quadrivium* (aritmética, geometria, astronomia e música).

O estudo dessas sete artes liberais permaneceu até o período do renascimento, a partir do qual se iniciou a divisão do conhecimento em disciplinas desconexas. Gusdorf (1977) comenta que, em 1637, o pedagogo checo John Amos Komensky (também conhecido como Comenius) (1592-1670), já alertava para essa

situação. Em resposta a esse contexto, segundo o autor, Comenius criou um programa fundamentado na unidade, denominado *Pansophia* (saber universal).

Para Gusdorf (1977), a fragmentação do conhecimento acabou com o programa *enkuklios paideia*. Ademais, o autor argumenta que, desde então, diversos programas relacionados ao conhecimento e à sua transmissão demonstram-se desorientados no que se refere à formação intelectual.

Embora a fragmentação do conhecimento tivesse começado, uma das características mais relevantes do iluminismo foi a preocupação com a unidade. Gusdorf (1977, p. 582) comenta que um exemplo disso foi a criação da *encyclopédie* (enciclopédia), produzida por d'Alembert (1717-1783) e Diderot (1713-1784), na França, cujo intuito era a “busca racional para a unidade dentro da diversidade de conhecimentos e prática”. Todavia, esse material não foi interpretado desse modo.

[...] a ordem alfabética ou dicionário de apresentação não era realmente adequado para este fim, uma grande massa de fatos eram amarrados juntos de acordo com as ordenações ortográficas, de modo que a sua coerência interna não era evidente para o leitor. (GUSDORF, 1977, p. 582).

No ano de 1808, Gusdorf (1997) comenta que ao organizar o sistema educacional da França, Napoleão (1769-1821) desmembrou o conhecimento ensinado na universidade imperial em duas faculdades, de letras e de ciências. A partir de então, foi necessário escolher entre a cultura literária ou a científica, de forma que, por consequência, uma cultura foi desconectada da outra.

[...] O dia do especialista havia chegado. O campo da epistemologia fragmentou tanto quanto se expandiu e, à medida que se tornam mais precisas, as convicções diminuem. O especialista, como G. K. Chesterton disse, é alguém que sabe cada vez mais sobre cada vez menos, ele está indo para o extremo escatológico onde vai saber tudo sobre nada. O positivismo e o cientificismo correspondem a um novo status do conhecimento em que cada disciplina fecha em si mesma o esplêndido isolamento de metodologias próprias, transformando a linguagem das ciências exatas em uma espécie de absoluto. [...] A fragmentação do conhecimento em setores muito limitados condenava homens de ciência a um estado paradoxal de solidão, pois tinham perdido o sentido de uma causa comum que unia enciclopedistas e seus sucessores idealistas. Neste contexto, o século XIX parece mostrar uma regressão na esperança da interdisciplinaridade, a consciência científica parecia dominada pelo volume crescente de suas conquistas. Parecia que o acúmulo

quantitativo da informação teria de ser pago por um dismantelamento do intelecto. (GUSDORF, 1977, p. 585).

A dissociação entre a cultura literária e a científica, realizada por Napoleão, produziu reflexos até na Alemanha, na qual a faculdade de filosofia que pregava o princípio da unidade foi derrotada. Cabe lembrar que, para Gusdorf (1977), essa dissociação do conhecimento representa, simultaneamente, causa e efeito da dissociação da existência humana no mundo físico.

A crise da universidade da década de 60 resultou numa revolução ocorrida na França, em 1968, que, segundo Gusdorf (1977, p. 587), “[...] foi um paroxismo de desespero e utopismo que refletiu o colapso das antigas instituições e a necessidade de uma reformulação do espaço mental como um todo.” Nessa revolução, a ideia de interdisciplinaridade foi retomada, e tentou-se dar uma nova forma ao conhecimento que Francis Bacon (1561-1626) denominou de *globus intellectualis* (esfera intelectual).

No ano de 1970, articulações começaram a surgir no sentido de estimular a criação de ações interdisciplinares, como o seminário realizado pela organização da cooperação e desenvolvimento econômico (OCDE) e pelo ministério da educação da França, ocorrido em 1970, cujo tema era *Interdisciplinaridade nas Universidades*. Grandes pesquisadores participaram desse evento, como Jean Piaget (1972), Léo Apostel (1972), Heinz Heckhausen (1972), Marcel Boisot (1972), Erich Jantsch (1972), André Lichnerowicz (1972), Guy Berger (1972), entre outros.

A partir dessa reorganização integradora do conhecimento, foi possível notar a existência de duas fortes tendências. De acordo com Santomé (1998, p. 43), a primeira delas buscava aprofundar as áreas do saber, tornando-as cada vez mais especializadas. A segunda ansiava por uma crescente integração sistematizada entre as diversas áreas do conhecimento com uma tendência para a unificação do conhecimento, tanto que, nos dias atuais, tem-se observado o surgimento de novas áreas do conhecimento a partir da interação de duas ou mais áreas, como a biofísica, a bioquímica, a psicopedagogia, a sociobiologia, a etnomusicologia e outras.



Figura 9 – Reorganização do conhecimento linear
Fonte: do autor

Por um lado, havia uma tendência para o desenvolvimento e, conseqüentemente, para o aprofundamento disciplinar do conhecimento. Por outro, uma tendência para o desenvolvimento interdisciplinar e global desses mesmos conhecimentos com vistas a uma unificação do saber. Desse modo, como seria possível a organização do conhecimento se essas tendências apresentavam-se de forma antagônica?

Analisando linearmente, fica difícil não só compreender essa situação como também buscar uma possível explicação para essa problematização, haja vista que a especialização aprofundada de uma área a torna cada vez mais isolada de outras, impedindo, assim, a existência de relações interdisciplinares.

Contudo, analisando sob outra perspectiva, seria possível reconhecer que o surgimento de especializações mais aprofundadas poderia, também, fomentar a ação interdisciplinar e, conseqüentemente, propiciar uma aproximação da unificação do saber ou de partes dele. Isso porque o surgimento de entes ou elementos emergentes de uma área poderia promover a integração com entes ou elementos emergentes de outra área, aumentando, assim, a relação interdisciplinar entre ambas na busca pela unificação do conhecimento ou de parte dele.

Essa interação se dá na forma de um circuito retrorrecursivo como apresentado na figura 10.

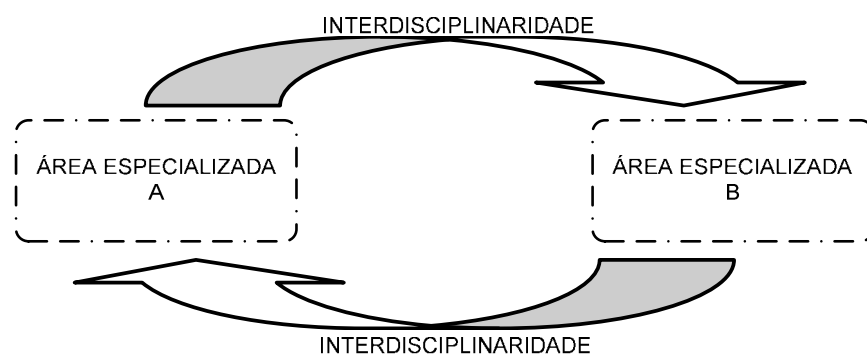


Figura 10 – Circuito retrorrecursivo da reorganização do conhecimento
Fonte: do autor

O desenvolvimento de especializações ocorrido na ciência apresentou reflexos em muitos setores da atividade humana, inclusive no de produção. Nesse sentido, Paviani argumenta que “A fragmentação do conhecimento na História ocorre juntamente com a fragmentação da produção, a divisão do trabalho e a estruturação e hierarquização das organizações” (PAVIANI, 2005, p. 77).

A década de 1960, como mencionado anteriormente, foi marcada por uma série de reivindicações, com movimentos estudantis protestando contra o ensino fragmentado e descontextualizado e que exigiam um ensino mais afinado com questões não só sociais, mas políticas e econômicas também. Associado a tais protestos, acontece a fragmentação da produção e a exagerada divisão do trabalho, as quais contribuíram profundamente para o surgimento de uma crise histórico-social.

2.2.2 Contextualizando Histórico-Socialmente a Emergência da Interdisciplinaridade no Conhecimento e na Produção

Uma característica marcante dos séculos XX e XXI é a busca pela reorganização do conhecimento interno das áreas e pela aproximação entre diversas áreas do conhecimento humano.

A produção, a sistematização e a organização do conhecimento produzido pela humanidade, há séculos, vêm se moldando segundo um processo dinâmico de aproximações ou de segregações entre as diversas áreas existentes.

No final do século XIX, ocorreu a revolução industrial, que, associada a um estouro da produção científica, delineou um novo perfil para a sociedade trabalhadora, segundo Santomé (1998). Tudo isso foi determinante para que a organização disciplinar do conhecimento se desenvolvesse cada vez mais.

Alguns fatores internos e externos interferiram no desenvolvimento da disciplinarização do conhecimento, tais como:

- Fatores internos: a busca pelo desenvolvimento, fortalecimento e aprofundamento das especialidades.

- Fatores externos: a transformação das sociedades agrárias em uma sociedade industrial; a revolução industrial; a crescente industrialização oriunda dos padrões econômicos capitalistas; entre outros.

O trabalho realizado nas indústrias seguia, em sua maioria, os padrões tayloristas e fordistas, cujo sistema exigia muitos trabalhadores com pouco conhecimento e poucos com muito conhecimento especializado para enfrentar os problemas impostos pelo contexto social.

Concomitantemente a essa situação, a academia caminhava para uma expansão das pesquisas no âmbito científico. Tal expansão deu-se tanto no sentido do fortalecimento e do aprofundamento das especialidades já existentes, como na criação e no desenvolvimento de outras. Segundo Santomé, esse foi “[...] o momento de firme consolidação das especializações.” (SANTOMÉ, 1998, p. 48).

O estudo especializado exigia metodologia própria de pesquisa da área, análise criteriosa do objeto de estudo, utilização de uma linguagem apropriada, estabelecimento de sistemas axiológicos inerentes ao campo pesquisado, estudo epistemológico cuidadoso que evidenciasse a corroboração e o fortalecimento dos fundamentos da área estudada, entre outros aspectos. A realização de tal estudo implicava um olhar focado no objeto, dificultando e até mesmo impedindo uma visão sistêmica do contexto, o que ocasionou um isolamento do conhecimento estudado.

Analisando esse quadro, é possível compreender por que o contexto social desse período apresentava-se cientificamente fragmentado. Nesse mesmo contexto, com relação à produção industrial, predominavam políticas trabalhistas e produções planejadas sob controle científico, propostas por Frederick Winslow Taylor (1970), intitulado *management científico*.

Em sua proposta, Taylor (1970) estabelece uma severa segregação entre as pessoas, destinando-as incisivamente a desempenhar um determinado tipo de trabalho, sem opção para o aprimoramento ou a evolução. Taylor (1970, p. 53) argumentou categoricamente a esse respeito, “também é evidente que, na maioria dos casos, precisa-se de um tipo de homem para estudar e planejar um trabalho, e de outro completamente diferente para executá-lo”.

Esse controle científico, segundo Santomé (1998), apresentava características como:

- maior acumulação do capital;
- meios de produção em poucas mãos;
- barateamento da mão de obra;
- desapropriação dos conhecimentos;
- divisão social e técnica do trabalho;
- ampliação da divisão entre o trabalho manual e o trabalho intelectual;
- algumas pessoas pensam e decidem, e outras obedecem.

A reivindicação de alguns grupos que ansiavam pela democratização da sociedade levou ao surgimento de movimentos pedagógicos favoráveis à globalização e à interdisciplinaridade. Paralelamente a tais exigências educacionais, outros movimentos sindicais também manifestaram intolerância contra certas políticas trabalhistas e contra a produção sistematizada por Taylor.

Santomé (1998, p.11) comenta que

O resultado desta política de fragmentação dos empregos e da produção fez com que as ações dos trabalhadores se tornassem bastante incompreensíveis para eles mesmos, o que propiciou, conseqüentemente, o estabelecimento de um controle mais férreo com as decisões da produção e comercialização.

Outra política trabalhista que reforçou a desqualificação do trabalho em favor da mecanização homogeneizadora foi o surgimento do fordismo, criado por Henry Ford.

No fordismo, contrariamente ao taylorismo, o operário não necessitava sair do seu lugar, pois as peças que deveriam ser manuseadas se deslocavam por esteiras transportadoras. Essa nova política apresentava como características:

- a redução no tempo de realização das tarefas possibilitada pelas esteiras;
- a agilidade do processo de produção, haja vista que os operários tinham que acompanhar o ritmo da esteira;
- a facilitação do trabalho para os operários devido ao tempo de cumprimento da tarefa manual.

Ford chegou a declarar, segundo Santomé (1998), que o trabalho mecanizado de qualquer operário era tão fácil que qualquer indivíduo, inclusive o mais estúpido, seria capaz de executá-lo.

Essa estratégia de trabalho gerou uma estrutura, na qual muitas pessoas conheciam pouquíssimo da produção de qualquer produto e poucas pessoas especializadas dominavam todo o processo de produção. Assim, esse sistema fortaleceu, novamente, a divisão social e técnica do trabalho.

Concomitantemente a esse período, as indústrias começaram a utilizar máquinas em suas produções. A sofisticação tecnológica ampliava-se cada vez mais e com maior precisão. O que se percebia era uma mudança de valores, ou seja, o operário autônomo e independente que controlava máquinas passava a depender diretamente delas, submetendo-se às suas programações.

Tanto o taylorismo quanto o fordismo e a substituição gradativa do operário pelas máquinas acabaram gerando a desapropriação do conhecimento e o fortalecimento do sistema hierárquico de autoridade.

Nesse mesmo contexto, o campo educacional também sofria com a segregação do conhecimento. Santomé (1998, p. 13) comenta que “Este processo de desqualificação e atomização de tarefas ocorrido no âmbito da produção e da distribuição também foi reproduzido no interior dos sistemas educacionais.”

O que se pretendia ideologicamente, sobretudo no que diz respeito à fragmentação do conhecimento, era que não existissem reflexões críticas por parte dos estudantes, os quais eram sobrecarregados com fragmentos de conhecimentos culturais, apresentados, muitas vezes, de forma descontextualizada.

Nesse sentido, o ensino do conhecimento passou a distorcer algumas de suas funções no tocante à formação do discente com relação à compreensão e à sua intervenção responsável, justa, solidária e democrática na sociedade da qual participa.

Em meio a esse contexto, passou-se a valorizar mais o “cumprimento do dever” por parte dos alunos, do que a sua “evolução cognitiva”. Diversas características demarcaram essa filosofia tradicional, como o cumprimento de todas as tarefas; a ênfase na memorização de dados e informações, mesmo sem a sua compreensão; a manutenção do silêncio e da ordem; a valorização da organização dos materiais; o zelo com a realização dos exercícios; e uma excessiva importância das notas. É importante ressaltar que várias dessas características não

são negativas nem devem ser extintas do âmbito escolar. O inadequado, por certo, é apresentá-las desacompanhadas de reflexão, análise crítica e desenvolvimento lógico-racional.

Estabelecendo uma analogia entre os campos da educação e da produção, pode-se dizer que as notas representavam para o sistema educacional o que o salário dos operários representava para o setor produtivo, ou seja, o importante era o resultado. Pouco ou nenhum valor era atribuído ao processo.

Santomé (1998) comenta que esse quadro histórico-social não se manteve por muito tempo, uma vez que diversos fatores começaram a desestruturar essa visão fragmentária. Em outras palavras, a cultura passava a ser determinada pelo conhecimento acerca de todas as especialidades; propostas educacionais dicotômicas surgiram formando mais generalistas que especialistas do saber; havia dificuldade de adaptação ao acelerado crescimento e desenvolvimento do conhecimento e da tecnologia; a presença excessiva da visão positivista da ciência, salientada principalmente pelas ciências formais e naturais, embora suas metodologias quantitativas fossem tomadas como modelo de análise para outras ciências, como as sociais, as sociais aplicadas, entre outras.

Esses fatores evidenciavam a insatisfação da sociedade em seus diversos setores, principalmente o educacional. Segundo Severino (1998, p. 40),

O fundamental no conhecimento não é sua condição de produto, mas seu processo. Com efeito, o saber é resultante de uma construção histórica, realizada por um sujeito coletivo. Daí a importância da pesquisa, entendida como processo de construção dos objetos do conhecimento, e a relevância que a ciência assume em nossa sociedade. Mas impõe-se à ciência a necessidade de efetivar-se como um processo interdisciplinar, exatamente ao contrário das tendências predominantes no positivismo, historicamente tão importante na consolidação da postura científica no Ocidente, mas tão pouco interdisciplinar em sua proposta de divisão epistemológica do saber.

Em função desse contexto histórico-social, começaram a surgir movimentações no sentido de buscar a integração entre as diversas áreas do conhecimento, principalmente por meio da interdisciplinaridade.

A sociedade, caracterizada como a “sociedade da informação” ou a “sociedade do conhecimento”, passou a buscar profissionais com uma formação mais abrangente e eficiente acerca das questões pertencentes ao seu contexto

laboral, que soubessem transformar informações em conhecimento relevante à sua ação profissional e que estabelecessem vínculos entre as informações oriundas de diversas áreas científicas e o seu trabalho.

Esse perfil de profissional de que a sociedade necessitava (e necessita ainda hoje) poderia ser conquistado se sua formação profissional se fundamentasse em estudos interdisciplinares, os quais mostrassem o quanto as áreas de ciências humanas, ciências sociais, ciências sociais aplicadas, ciências naturais, ciências formais e outras estão integradas e podem se articular.

Discussões em torno da interdisciplinaridade fundamentam-se na disciplinaridade; assim, é relevante a compreensão de aspectos inerentes à disciplina.

2.2.3 Disciplina

O termo disciplina pode remeter a diversas interpretações, como: obediência às regras recebidas, bem como aos superiores; bom comportamento; e ramo do conhecimento. Neste trabalho, será considerada somente a última interpretação.

O conceito de disciplina, amplamente discutido, recebe a conceituação de alguns pesquisadores, tal como a que Paviani estabelece: “Entende-se por disciplinas sistematizações ou organizações de conhecimentos, com finalidade didática e pedagógica, provenientes dessas ciências e, em certas circunstâncias, de outros tipos de saberes.” (PAVIANI, 2005, p. 26). As ciências a que o autor se refere correspondem a todas as ciências organizadas como tais. Aliás, há uma classificação para as ciências?

Costa (1999) apresenta uma, na qual as ciências são divididas em formais (em que estão envolvidas a lógica e a matemática) e factuais ou reais (que envolvem todas as outras ciências). É válido ressaltar que, neste trabalho, será adotada essa classificação.

A divisão do conhecimento em disciplinas remonta à Grécia, em que foram encontrados nas obras de Platão (427-347 a.C.) e Aristóteles (384-322 a.C.) os primeiros registros de tal divisão. A academia fundada por Platão contava com

quartos para seus discípulos, biblioteca e salas de aula, nas quais os professores ensinavam suas disciplinas.

Já na Idade Média, como mencionado anteriormente, eram ensinados nas universidades o *trivium* (gramática, retórica e dialética), o *quadrivium* (aritmética, música, geometria e astronomia), teologia, direito e medicina.

Paviani (2005), que considera as disciplinas como distritos do saber ou de núcleo de conhecimento centralizado, tece um comentário de fundamental importância para o entendimento do atual fracasso do ensino e que, neste trabalho, é considerado como um dos motivos para tal: a seu ver os processos de ensino devem acompanhar a evolução dos processos da ciência. No decorrer do tempo, a disciplina adquiriu *status* de um modelo autossuficiente, distanciando-se tanto das concepções de conhecimento científico, quanto da realidade física.

O descompasso e o distanciamento entre os processos de produção da ciência e de ensino educacional, adicionados à autossuficiência das disciplinas, podem desencadear uma avalanche de problemas com sérias implicações não somente para o ensino, como também para a aprendizagem do conhecimento científico.

A redução da disciplina a uma simplificação sistematizada do conhecimento científico a torna, muitas vezes, obsoleta, ocupando somente espaço desnecessário nas mentes sujeitas a tal situação. Fatidicamente, observa-se a presença demasiada desse quadro no atual ensino.

A existência das disciplinas é fundamental, porém seu conceito deve ser revisto e seus conhecimentos reorganizados. Um minucioso cuidado didático-pedagógico deve ser tomado ao efetuar a adequação do conhecimento científico a um conhecimento a ser ensinado.

Reforçando essa ideia, Lenoir (2004, p. 65) apresenta algumas características das disciplinas:

- As disciplinas são “[...] infra-estruturas da ciência corporificada.” antes mesmo da existência de departamentos, sociedades de profissionais e livros didáticos.
- As disciplinas ajudam os cientistas, pesquisadores e professores a organizarem e estruturarem relações em “[...] contextos particulares institucionais e econômicos.”

- As disciplinas são “[...] mecanismos institucionais para regular as relações de mercado entre consumidores e produtores de conhecimento.”

A constatação de afinidades presentes em diferentes conhecimentos, a utilização de métodos específicos de uma disciplina em outra, bem como a invasão de domínios diversos – adicionada à complexidade inerente à natureza e às emergências suscitadas pela ciência moderna – culminaram na necessária retomada da ação interdisciplinar. Ação que deve ser estabelecida e implementada meticulosamente, a fim de desempenhar interações eficientes e produtivas entre as diversas disciplinas existentes ou emergentes.

2.2.4 Além da Disciplina

A busca pelo esclarecimento do que vem a ser de fato a interdisciplinaridade, bem como de sua conceituação, suscitou, no fim da década de 60, uma tentativa de entendimento da distinção entre o que se compreendia por disciplina, multidisciplinar, pluridisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar.

Mas como é possível discutir multi, inter, pluri e transdisciplinaridade no interior de uma hegemonia disciplinar?

Nesse contexto, faz-se necessário que todos os envolvidos com a ciência ou com disciplina assumam uma nova teoria de conhecimento, cujas ações transcendam a disciplinaridade.

A interdisciplinaridade naturalmente envolve a interação entre disciplinas ou ciências, apresentando-se em diferentes níveis dependendo do grau de complexidade existente na ação. Essa interação pode manifestar-se de modo multidisciplinar, pluridisciplinar, interdisciplinar e transdisciplinar.

Paviani (2005) distingue, de modo simples, a multidisciplinaridade da interdisciplinaridade e ambas da transdisciplinaridade. A primeira delas corresponde ao estudo simultâneo de diversas disciplinas a respeito de um objeto pertencente a uma disciplina. Já a segunda implica a troca conceitual, teórica e metodológica entre

disciplinas distintas. A transdisciplinaridade compreende o processo de integração que vai além ou fora das disciplinas.

O pesquisador Jantsch (1972) sistematizou cinco tipos diferentes de interação disciplinar em um quadro no qual descreveu, atribuiu uma tipologia e apresentou uma configuração para cada tipo de interação:

1. Multiplicidade: compreende a ação simultânea de várias disciplinas em prol de uma meta comum, mas sem interação entre elas. Esse sistema compreende um único nível, no qual há uma multiplicidade de metas, mas sem cooperação.



Figura 11 – Multiplicidade
Fonte: Jantsch (1972, p.108)

2. Pluridisciplinaridade: envolve a justaposição de disciplinas, pertencentes ao mesmo grupo hierárquico. Nota-se que há algum tipo de interação entre as várias disciplinas, mas com o intuito de reforçar a relação entre elas e não de estabelecer uma forte relação interdisciplinar. Esse sistema compreende um único nível, no qual há multiplicidade de metas e cooperação, mas não há coordenação.

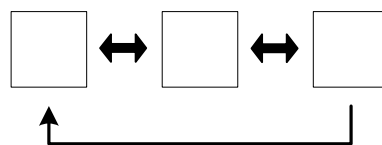


Figura 12 – Pluridisciplinaridade
Fonte: Jantsch (1972, p. 108)

3. Interdisciplinaridade Cruzada: a axiomatização de uma disciplina é imposta a outras, pertencentes ao mesmo nível hierárquico, promovendo uma forte concentração de disciplinas rumo a uma disciplina axiomática específica. Esse sistema compreende um nível, com um único objetivo e o rígido controle de uma disciplina principal.

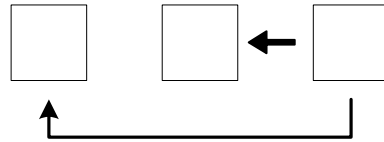


Figura 13 – Interdisciplinaridade Cruzada
 Fonte: Jantsch (1972, p. 108)

4. Interdisciplinaridade: um nível hierárquico superior é definido por uma axiomática comum a um grupo, o qual é composto por disciplinas relacionadas. Nota-se que há um propósito nessa relação, no sentido de elaborar um contexto mais amplo a partir da interação entre as disciplinas. Esse sistema compreende dois níveis, nos quais há multiplicidade de metas e coordenação do nível superior.

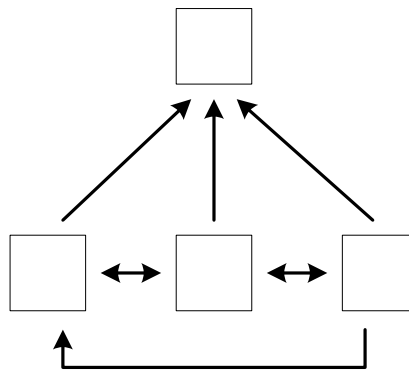


Figura 14 – Interdisciplinaridade
 Fonte: Jantsch (1972, p.108)

5. Transdisciplinaridade: compreende a coordenação de todas as disciplinas envolvidas na ação interdisciplinar do sistema educação/ inovação, contando com uma base axiomatizada, oriunda do nível mais baixo, e uma base epistemológica emergente. Esse sistema compreende múltiplos níveis e uma multiplicidade de metas, com coordenação no sentido de direcionar a ação a uma finalidade comum.

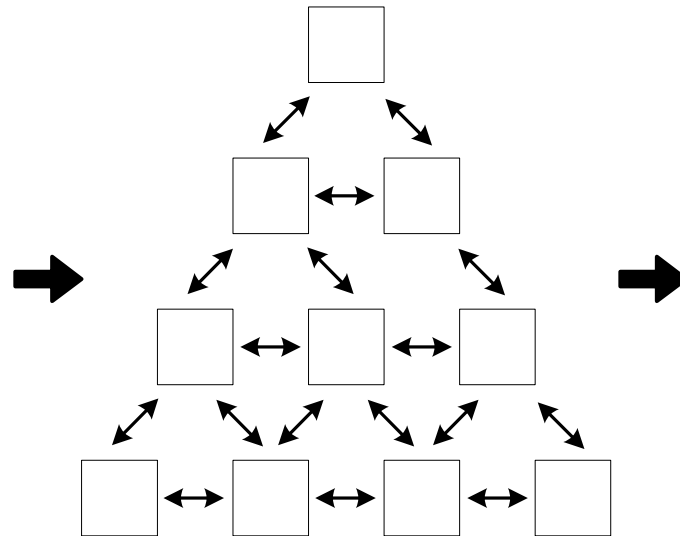


Figura 15 – Transdisciplinaridade
 Fonte: Jantsch (1972, p.109)

Um dos grandes estudiosos que contribuiu para tal esclarecimento foi Jean Piaget (1972), ao apresentar em níveis hierarquizados uma distinção de três graus de organização e integração entre as disciplinas:

1. Multidisciplinaridade: corresponde ao nível mais baixo de interações e ocorre quando um problema é solucionado a partir das informações de duas ou mais ciências ou áreas do conhecimento, não havendo trocas nem enriquecimento entre elas.
2. Interdisciplinaridade: compreende o segundo nível de interações, no qual a cooperação entre diversas disciplinas ou domínios heterogêneos pertencentes a uma mesma ciência resulta em interações verdadeiras, a alguma reciprocidade de trocas, tendo por resultado o enriquecimento mútuo.
3. Transdisciplinaridade: corresponde ao mais alto estágio de ação interdisciplinar, abrangendo as trocas e as interações entre diversas ciências inseridas em um sistema totalitário e aberto, ou seja, sem fronteiras.

Entre os diferentes tipos de integração disciplinar, neste trabalho será adotado o interdisciplinar.

2.2.5 Interdisciplinaridade

A perspectiva interdisciplinar, de acordo com Lenoir (1998), não é antagônica à disciplinar, pois, além do fato da disciplinaridade alimentar a interdisciplinaridade, a primeira dessas ações tem sua existência fundamentada na segunda delas. Pode-se concluir que, na ação interdisciplinar, o conhecimento de uma área invade e se apropria do conhecimento de outra área, ou seja, essa ação transcende os limites dos conhecimentos especializados.

Nessa invasão e apropriação, ocorre uma troca simultânea de conhecimentos, novas interações surgem fortalecendo uma ou todas as áreas envolvidas na ação interdisciplinar. O contributo é mútuo. Caso essas interações sejam fortes e adquiram autonomia a ponto de estabelecer uma nova estrutura integrada, uma nova área do conhecimento pode surgir, como, por exemplo, a biofísica.

Um dos grandes motivos da existência da ação interdisciplinar é o emprego do conhecimento produzido para alcançar a solução de problemas, os quais podem originar-se na pesquisa, no ensino ou no âmbito profissional. Para Paviani (2005), tanto as atividades de produção de conhecimento e de intervenção profissional apresentam natureza distinta nessas três modalidades, mas todas buscam sua coerência na unidade do conhecimento.

Segundo Fazenda, “O que caracteriza a atitude interdisciplinar é a ousadia da busca, da pesquisa: é a transformação da insegurança num exercício do pensar, num construir.” (FAZENDA, 1991, p. 18).

Além da distinção estabelecida entre disciplina e os prefixos multi, pluri, inter e trans, alguns pesquisadores, como Heins Heckhausen (1972), estabeleceram uma diferença especificamente para a interdisciplinaridade. O autor caracterizou seis tipos distintos de interdisciplinaridade, a saber:

1. Interdisciplinaridade indiscriminada: corresponde a uma ação que culmina em um tipo de enciclopedismo, isto é, no aglutinamento de informações oriundas de diversas disciplinas. Seu foco é garantir uma ampla formação.
2. Pseudo-interdisciplinaridade: corresponde à utilização de uma ferramenta analítica, consistindo no emprego de um modelo

teórico nas mais variadas disciplinas. Por exemplo, toma a física como modelo de construção e entendimento do conhecimento científico no período moderno aplicado em diversas disciplinas.

3. Interdisciplinaridade auxiliar: ocorre quando os métodos adotados por uma disciplina são empregados em outra, como no caso de métodos da psicologia que são constantemente empregados na pedagogia.
4. Interdisciplinaridade compósita: compreende a reunião de várias disciplinas com o propósito de resolver complexos problemas de origem social, econômica, ecológica e outras. O seu objetivo é promover a articulação integrada de diversas especialidades, mas com cada uma conservando sua autonomia, seus métodos e conceitos.
5. Interdisciplinaridade suplementar: compreende a interação na qual

[...] há disciplinas no mesmo campo material que desenvolvem uma sobreposição parcial em um relacionamento suplementar entre as questões respectivas de assunto. O suplemento é induzido a partir de uma correspondência entre os níveis de integração teórica de dois ou mais assuntos disciplinares. (HECKHAUSEN, 1972, p. 88-89).

6. Interdisciplinaridade unificada: resulta da interação entre disciplinas tanto no nível teórico quanto no metodológico. Esse tipo de disciplinaridade possibilita o surgimento de outras disciplinas, como a bioquímica.

Marcel Boisot (1972) foi outro pesquisador que se dedicou ao estudo da interdisciplinaridade. Segundo ele, tal ação compreende três graus, nos quais constam:

1. Interdisciplinaridade linear: compreende uma interação interdisciplinar, na qual as leis originárias de uma disciplina são aplicadas com sucesso em outras. Tal ação interdisciplinar exige, segundo o novo contexto disciplinar, uma redefinição tanto dos parâmetros quanto das variáveis.

2. Interdisciplinaridade estrutural: a interação entre duas ou mais disciplinas conduz à criação de uma nova estrutura, como o caso do eletromagnetismo.
3. Interdisciplinaridade restritiva: não implica mudança estrutural entre as disciplinas envolvidas na ação, mas algumas disciplinas agem com restrição sobre outras.

Na busca por uma compreensão desse termo, Paviani (2005) estabelece uma analogia entre a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade, esclarecendo que a diferença fundamental entre ambas reside no fato de que enquanto a primeira concede primazia ao nível lógico do conhecimento, a segunda evidencia fundamentos ético-políticos.

Em seus estudos, Paviani salienta três princípios da interdisciplinaridade que, de acordo com seu ponto de vista, fundamentam essa ação:

1. Unidade e multiplicidade: a mediação entre o uno e o múltiplo vem sendo praticada e desenvolvida desde o período grego, com a academia platônica. A interação existe entre a unidade de uma ciência e suas múltiplas disciplinas. O objetivo da interdisciplinaridade é “[...] possibilitar elos comuns no intercâmbio entre os conhecimentos e a realidade” (PAVIANI, 2005, p. 40). Segundo o autor, tanto o pesquisador quanto o professor devem permanecer atentos ao circuito unidade e multiplicidade ao desempenhar suas ações, pois dele resultará a *boa* ou a *má* interdisciplinaridade. Na *má*, o pesquisador não perde de vista sua especialidade, embora trabalhe juntamente com outros pesquisadores. Já a *boa* interdisciplinaridade permite o intercâmbio de conceitos, métodos e teorias. Paviani comenta que “[...] A verdadeira interdisciplinaridade permite resultados novos que não seriam alcançados sem esse esforço comum e, desse modo, modifica a natureza e a função das disciplinas tradicionais.” (PAVIANI, 2005, p. 41).
2. Continuidade e descontinuidade: em meio à concepção complexa da realidade, a ciência contemporânea admite e assume o caráter

contínuo e descontínuo dos fenômenos que permeiam a natureza. Tal fato suscita uma epistemologia emergente, para a qual a interdisciplinaridade pode apresentar ações eficazes.

3. Complexidade e emergência: a interdisciplinaridade e a complexidade apresentam-se completamente inter-relacionadas, pois a primeira necessita de categorias emergentes, tanto epistemológicas quanto metodológicas, presentes na segunda; enquanto a complexidade apresenta problemas emergentes que só podem ser solucionados mediante a intervenção da ação interdisciplinar. A interdisciplinaridade, quando realizada por vários especialistas com objetivos comuns, mas por meio de projetos individuais, produz somente *resultados esperados*. A produção de *novos* conhecimentos oriundos da ação interdisciplinar surge a partir do momento em que os especialistas estabelecem uma articulação aberta a resultados imprevisíveis e improváveis de serem atingidos isoladamente.

Além dos princípios anteriormente destacados, a ação interdisciplinar, segundo Lenoir (1998), apresenta como finalidades a unificação do saber e o emprego dessa ação como instrumental. A unificação tem como meta a sistematização conceitual global que possibilite uma união de todo conhecimento científico fundamentado filosófica e epistemologicamente; enquanto a sua utilização como instrumento visa à integração social do conhecimento, procurando resolver problemas de cotidianos da realidade física, inclusive os problemas sociais contemporâneos, com o intuito de atender às necessidades da sociedade hodierna. O autor salienta que, embora tais finalidades aparentem ser concorrentes entre si, elas são complementares.

Considerando as finalidades outrora expostas, o pesquisador ressalta ainda quatro campos de operacionalização do ato interdisciplinar. A seu ver, tal ação pode ser: científica, escolar, profissional e prática. Mas como operacionalizar tais campos?

Lenoir (1998) afirma que, independentemente do campo de operacionalização, a interdisciplinaridade pode ser pesquisada, ensinada ou praticada. Pode-se deduzir, assim, que há, na operacionalização científica,

predomínio da pesquisa sobre as demais; no entanto, pode ocorrer o ensino e também a aplicação (prática). Na operacionalização escolar, há domínio do ensino sobre a pesquisa e a aplicação, embora ambas estejam constantemente presentes na ação educacional. Na operacionalização profissional e prática, há domínio da aplicação sobre os demais modos de implementação da ação interdisciplinar.

A interdisciplinaridade científica e a educacional é o assunto do próximo subitem, haja vista que são merecedoras de uma reflexão mais elaborada.

2.2.6 Interdisciplinaridade Científica e Interdisciplinaridade Educacional

De acordo com Lenoir (1998), a utilização de pesquisas desenvolvidas no domínio científico e no âmbito educacional tem ocorrido com frequência. Entretanto, a transferência entre tais domínios exige cuidados, não podendo ser efetivada de modo simplista ou mecanicista. O autor alega que dois aspectos impedem essa transferência:

- Concepção epistemológica da função da interdisciplinaridade: para Lenoir (1998), há três opções: abordagem relacional (estabelece ligações – interconexões, complementaridades e convergências); abordagem ampliativa (busca preencher os vazios existentes entre disciplinas por meio da criação de novas disciplinas); e abordagem radical (substitui a estrutura disciplinar por outro tipo de estrutura).
- Diferenças fundamentais de cada tipo de ação interdisciplinar com relação às finalidades, objetos, modalidades de aplicação, sistema referencial e consequências. Lenoir (1998) apresenta tais diferenças no quadro 4.

INTERDISCIPLINARIDADE CIENTÍFICA	INTERDISCIPLINARIDADE ESCOLAR
FINALIDADES	
<p>Tem por finalidade a produção de novos conhecimentos e a resposta às necessidades sociais:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ pelo estabelecimento de ligações entre as ramificações da ciência; ▪ pela hierarquização (organização das disciplinas científicas); ▪ pela estrutura epistemológica; ▪ pela compreensão de diferentes perspectivas disciplinares, restabelecendo as conexões sobre o plano comunicacional entre discursos disciplinares (SCHÜLERT; FRANK, 1994). 	<p>Tem por finalidade a difusão do conhecimento (favorecer a integração de aprendizagens e conhecimentos) e a formação de atores sociais:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ colocando-se em prática as condições mais apropriadas para suscitar e sustentar o desenvolvimento dos processos integradores e a apropriação dos conhecimentos como produtos cognitivos com os alunos; isso requer uma organização dos conhecimentos escolares sobre os planos curriculares, didáticos e pedagógicos; ▪ pelo estabelecimento de ligações entre teoria e prática; ▪ pelo estabelecimento de ligações entre os distintos trabalhos de um segmento real de estudo.
OBJETOS	
Tem por objeto as disciplinas científicas.	Tem por objeto as disciplinas escolares.
MODALIDADES DE APLICAÇÃO	
Implica a noção de pesquisa: tem o conhecimento como sistema de referência.	Implica a noção de ensino, de formação: tem como sistema de referência o sujeito aprendiz e sua relação com o conhecimento.
SISTEMA REFERENCIAL	
Retorno à disciplina na qualidade de ciência (saber sábio).	Retorno à disciplina como matéria escolar (saber escolar), para um sistema referencial que não se restringe às ciências.
CONSEQUÊNCIA	
<p>Conduz:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ à produção de novas disciplinas segundo diversos processos; ▪ às realizações técnico-científicas. 	Conduz ao estabelecimento das ligações de complementaridade entre as matérias escolares.

Quadro 4 – Distinção entre interdisciplinaridade científica e escolar
 Fonte: Lenoir (1998, p. 52).

Os pesquisadores Batista e Lavaqui reforçam as concepções de Lenoir, tendo em vista que a disciplina escolar apresenta significados diferentes da disciplina científica. O conhecimento de tais distinções pode servir como subsídio no

estabelecimento da produção e da articulação de uma proposta pedagógica interdisciplinar. Segundo Lavaqui e Batista (2007, p. 400)⁸:

[...] uma questão que merece atenção especial e se apresenta como objeto de reflexão está ligada ao entendimento da interdisciplinaridade como uma ação educativa escolar, de forma que se possam encontrar subsídios para a adoção ou concepção de uma proposta de trabalho que se apresente como geradora de Educação Científica e factível de ser implementada, [...].

A ação interdisciplinar que se pretende desenvolver neste trabalho é a da interdisciplinaridade escolar e não a científica, o que implica um cuidado especial com a transferência do conhecimento e da interdisciplinaridade científica para o conhecimento e a interdisciplinaridade escolar. Yves Chevallard e Marie-Alberte Johsua, em 1982, traçaram o primeiro esboço de um processo de transposição didática em um trabalho que abordava justamente a distância existente entre a produção do conhecimento científico e o seu ensino.

No ano de 1985, Chevallard lançou sua obra *La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné* (A transposição didática. Do saber sábio ao saber ensinado). Nessa obra, Chevallard aborda aspectos referentes à produção e ao desenvolvimento de objetos científicos e ao seu ensino. É importante ressaltar que o foco do autor não é a interdisciplinaridade; no entanto, o conceito chave de sua transposição didática, por extensão, será aplicado à ação interdisciplinar, uma vez que essa ação corresponde às interações entre os objetos estudados. Em sua obra, o autor define transposição didática como

Um conteúdo de saber que tenha sido designado como saber a ensinar sofre a partir de então um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto a ocupar um lugar entre os *objetos de ensino*. Este “trabalho” que transforma um objeto de saber a ensinar em um objeto de ensino é denominado de transposição didática. (CHEVALLARD, 2000, p. 45).

Em suma, a transposição da interdisciplinaridade científica para a interdisciplinaridade escolar envolve mudanças: há a criação de um modelo teórico envolvendo a reestruturação da interdisciplinaridade científica a partir de adequações metodológicas, o redimensionamento dos objetivos, a adequação da

⁸ Para uma compreensão maior sobre a historização da interdisciplinaridade escolar, ver Lavaqui e Batista (2007).

linguagem científica para uma mais coerente com a faixa etária do nível de ensino e a construção de materiais pedagógicos de apoio.

2.2.7 Interdisciplinaridade e Contexto Atual

A relação estabelecida entre a interdisciplinaridade e a disciplinaridade tem guiado o desenvolvimento histórico do conhecimento ao longo do tempo. É inegável que a especialização oriunda da fragmentação disciplinar produziu avanços não somente no campo científico, como também na aprendizagem do conhecimento. Contudo, é a busca pela unificação desse conhecimento que tem norteado essas especializações, oferecendo uma visão sistêmica do mesmo aos cientistas.

A interdisciplinaridade é muitas vezes vista como uma tentativa de reorganizar o universo do discurso científico, de modo a assegurar que os seus elementos sejam articulados e suas proposições consistentes, e de modo a proporcionar aos especialistas um instrumento epistemológico capaz de estender as fronteiras da formalização lógico-matemática. (GUSDORF, 1977, p. 596).

Os procedimentos interdisciplinares utilizados na compreensão da natureza do mundo físico têm se apresentado das mais diversas maneiras. Corroborando com essa afirmação, o pesquisador Gusdorf (1977, p. 597), argumenta que

A ideia da interdisciplinaridade não significa a busca de um mínimo múltiplo comum ou um máximo fator comum, que está preocupado com todo o espaço epistemológico dentro do qual os tipos distintos de conhecimento são implementados [...]. Um mínimo de interdisciplinaridade é essencial. Todas as disciplinas existem juntas fisicamente no domínio do conhecimento, e todos, apesar de suas fórmulas especializadas, em última análise, fazem parte da unidade da linguagem humana. A este nível elementar, o espírito interdisciplinar é antes de tudo uma necessidade de comunicação [...].

Hodiernamente, o processo dinâmico de interação entre a exploração interdisciplinar e a disciplinar do conhecimento agrega aspectos positivos

no seu desenvolvimento. Para Chettiparamb (2007, p. 15), “[...] a interdisciplinaridade já existe dentro da disciplina. A organização da disciplinaridade e da interdisciplinaridade que se confunde historicamente com interdisciplinaridade (na maioria das vezes) silenciosamente florescente nas disciplinas”. Corroborando com essa ideia, Klein (2000, p. 8) considera que

Compreensivelmente, a interdisciplinaridade está associada a ideias pioneiras, descobertas, e linhas de investigações. [...] O espaço do trabalho interdisciplinar não está fora - atividade interdisciplinar desses dias pode estar no coração da prática disciplinar.

Klein (2000) argumenta que o conhecimento, na maior parte do século XX, foi tratado segundo uma perspectiva disciplinar. Essa perspectiva, contudo, tem mudado.

Ao longo deste século, as metáforas do conhecimento têm mudado de uma lógica, uma fundamentação e uma estrutura estática para propriedades dinâmicas de uma rede, uma teia, um sistema e um campo. Percepção da realidade acadêmica, porém ainda são moldados por formas e imagens mais antigas. (KLEIN, 2000, p. 21).

Rosamond (2006), pesquisador que desenvolve estudos vinculados à análise da interdisciplinaridade no contexto da globalização, em concordância com Klein, aponta para a necessidade de uma reformulação no âmbito acadêmico.

[...] uma reconfiguração dos limites acadêmicos é urgente porque o nosso universo acadêmico existente é congenitamente incapaz de lidar com a globalização [...]. Além disso, como organizar o conhecimento em domínios limitados, por isso também pressupõe-se, ou pelo menos supõe-se, a existência de relações entre eles, de modo que - por exemplo - as mudanças na economia possam ter impacto sobre o sistema político. (ROSAMOND, 2006, p. 2).

Um estudo realizado na Finlândia, encomendado pela Academia da Finlândia, em uma amostra de 266 propostas de pesquisas, entre os anos de 1977 e 2000, analisou a proporção de propostas de pesquisas de escopo interdisciplinar e, também, qual tipo de interdisciplinaridade foi utilizada. Esse trabalho investigou três aspectos dessas pesquisas: integração interdisciplinar, tipo de interação interdisciplinar e objetivos interdisciplinares.

Entre as conclusões apontadas, a utilização integrada de diferentes métodos para o estudo de projetos interdisciplinares é apresentada como 'interdisciplinaridade metodológica'.

[...] diferentes abordagens metodológicas são combinadas em um romance, de forma integrada. Os métodos são, portanto, não apenas justapostos ou emprestados de um campo para outro, mas também desenvolvido para se adequar ao contexto interdisciplinar. (HUUTONIEMI *et al.*, 2010, p. 84).

Na pesquisa, levantou-se, também, que quarenta (40%) das propostas das pesquisas interdisciplinares ocorrem no âmbito acadêmico. Outro resultado relevante mostra que a interação interdisciplinar realizada em projetos orientados epistemologicamente tende a ser mais profunda e abrangente que a orientada instrumentalmente (HUUTONIEMI *et al.*, 2010).

A emergência da interdisciplinaridade tem se apresentado como uma crítica à produção científica, à organização escolar como um todo e à aplicação profissional do conhecimento. Nota-se que o campo científico tem desenvolvido ações nesse sentido, porém é necessário que, em virtude da complexa realidade física, se façam presentes pesquisas que extrapolem a ação multidisciplinar no sentido de ações inter e transdisciplinares.

É provável que o campo de aplicação profissional tenha, em um âmbito geral, realizado algumas poucas ações interdisciplinares, mas a evolução de ações interdisciplinares também tem se mostrado tímida.

Tal fato deve-se, principalmente, ao fato de esse campo depender de evoluções de caráter interdisciplinar tanto das produções científicas quanto das instituições escolares. Havendo um descompasso em uma delas, percebe-se um quadro de poucas evoluções e até a inexistência da ação interdisciplinar no contexto sociocultural contemporâneo.

A influência desse quadro na formação da carreira egressa do profissional é total. Nesse sentido, há que se concordar com Paviani, com relação à importância do conhecimento científico para toda e qualquer formação, pois, para o pesquisador, são as teorias e os métodos científicos que desfazem as crenças no senso comum. O pesquisador complementa seu argumento reconhecendo a importância da ação interdisciplinar na formação do profissional, para ele:

A interdisciplinaridade é condição básica para uma formação profissional flexível e adequada para o exercício de novas profissões, especialmente nos dias de hoje. [...] A atuação profissional, dentro de padrões elevados de formação científica, depende da elaboração de métodos adequados de intervenção e da busca e articulação e conhecimentos em mais de uma área teórica. O bom desempenho de um administrador, por exemplo, precisa, além de qualidades pessoais, de conhecimento de Matemática, de Economia, de Direito, de Psicologia, de Sociologia e de outros. (PAVIANI, 2005, p. 61).

O campo educacional pouco tem feito nesse sentido. Grande parte das instituições tem realizado pequenas ações no sentido de implementar uma ação interdisciplinar. Tal fato conduz a uma reflexão: quais motivos seriam responsáveis por esse quadro?

Batista e Salvi (2006) apresentam dois obstáculos que impedem uma efetiva implementação de tal ato:

- a formação dos docentes: a qual é fundamentada em um ensino disciplinar;
- a falta de fundamentação epistemológica que estruture a ação interdisciplinar.

Analisando os obstáculos, é possível notar que ambos constituem uma espécie de circuito recursivo no qual um necessariamente conduz ao outro, isto é, a formação de docentes fundamentada em um ensino disciplinar implica uma reprodução disciplinar tanto no âmbito de ensino quanto de pesquisa, o que conduz à reprodução epistemológica disciplinar. A fundamentação epistemológica disciplinar, por sua vez, reproduzirá e fomentará disciplinarmente a formação dos docentes.

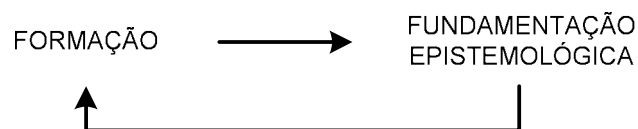


Figura 16 – Circuito recursivo formação/fundamentação epistemológica
Fonte: do autor

Mas como ampliar a essência desse circuito deslocando o foco da disciplinaridade para a interdisciplinaridade?

Muitos autores concordam com o fato de que a realização plena de um trabalho interdisciplinar na educação exige uma reorganização de toda estrutura no âmbito educacional, envolvendo aspectos curriculares, epistemológicos, metodológicos e pragmáticos. Essa nova organização não depende somente da boa vontade dos que produzem e ensinam o conhecimento científico, mas fundamentalmente de boa vontade política, financeira e muita perseverança social.

Essas são dificuldades que emperram a implementação efetiva da plena ação interdisciplinar. Desse modo, como promover a ação interdisciplinar no atual contexto sócio-histórico-político?

Batista e Salvi (2006) propõem uma forma alternativa para se realizar a ação interdisciplinar. Diferentemente de outras propostas que sugerem uma profunda alteração curricular, elas recomendam que, em determinados momentos do processo de ensino, sejam desenvolvidos *momentos interdisciplinares* com o intuito de promover a articulação e a integração do conhecimento disciplinar no processo de ensino e de aprendizagem, haja vista que tal processo necessita ser, cada vez mais, contextualizado no mundo.

Tanto Batista quanto Salvi reconhecem a importância da existência das disciplinas no contexto educacional, inclusive para fundamentar a ação interdisciplinar.

Essa reintegração, no entanto, é concebida neste estudo como uma forma de estruturação epistemológica e cognitiva que reconhece o processo de especialização do conhecimento como uma fase de delimitações necessárias para a fundamentação das várias vertentes que compõem o edifício teórico-conceitual de uma idéia ou concepção mais geral. (BATISTA; SALVI, 2006, p. 156).

As pesquisadoras, fundamentadas nas ideias de reconciliação integrativa e diferenciação progressiva de Ausubel, afirmam que a construção do conhecimento é gerada por um constante ir e vir entre os estudos interdisciplinares que permeiam a complexidade contemporânea e os conhecimentos específicos que constituem as disciplinas,

[...] uma vez que as análises disciplinares promoveriam o conhecimento necessário das especificidades à compreensão de um mundo complexo, como já o fazem, mas agora inspiradas e engendradas sob o princípio de diferenciação progressiva. As análises interdisciplinares se encaminhariam para esse movimento

de ir-e-vir de uma análise interfacetada, relacional e integradora, na qual o entrelaçamento das partes produz novo significado ao todo, construído segundo o princípio de reconciliação integrativa. (BATISTA; SALVI, 2006, p. 156).

As autoras propõem, portanto, a continuidade do ensino disciplinar permeada por momentos interdisciplinares. A introdução desses momentos em meio ao trabalho disciplinar é totalmente viável para a atual estrutura de ensino, na qual se apresenta o contexto educacional presente e que será assumido como estratégia interdisciplinar nesse trabalho.

Como visto no item 2.2.5, há diversos tipos de interdisciplinaridade que podem ser implementados. Todavia, neste trabalho, propõe-se a adoção da interdisciplinaridade suplementar, proposta por Heckhausen, tendo em vista o corrente contexto educacional e o intuito de realizar momentos interdisciplinares.

Propõe-se, assim, que ações interdisciplinaridades, em meio à complexidade presente na realidade, variem de acordo com o conhecimento que está sendo trabalhado e que existe, eventualmente, no âmbito metodológico, teórico-conceitual ou em ambos.

A proposta deste trabalho não é romper com o circuito formação/fundamentação epistemológica, mas fortalecê-lo com a introdução simultânea de duas ações: a primeira delas é a construção de fundamentos epistemológicos que levem em consideração tanto o contexto complexo do real físico, quanto a necessidade da ação interdisciplinar; e a segunda, a formação de docentes inseridos em um contexto ampliado que reconheça a complexidade inerente ao contexto da realidade física e fundamentada em uma dinâmica de convivência e interação entre a disciplinaridade e a interdisciplinaridade presentes nos conhecimentos.

3 EPISTEMOLOGIA E CONHECIMENTO

A epistemologia, como área do conhecimento humano, estuda a constituição das ciências bem como os processos que possibilitam conhecê-la, ou seja, permite conhecer o conhecimento científico. Esse vasto ramo da filosofia procura compreender o *como* e o *por que* do conhecimento produzido. Em outras palavras, procura investigar como se dá a construção do conhecimento, bem como por que ele constitui-se de determinado modo.

Neste capítulo, serão abordadas questões epistemológicas relativas, primeiramente, ao conhecimento de um modo geral, buscando compreender o que é o conhecimento e como se dá sua produção. No segundo item, será analisada a constituição do conhecimento referente à área da administração. E, no terceiro e último item, será investigada a produção do conhecimento no campo da matemática.

3.1 CONHECIMENTO

Muitos estudiosos têm investigado o conhecimento, como, por exemplo, Platão, o qual, segundo Abbagnano (2000, p.175) “[...] estabeleceu uma correspondência entre ser e ciência, que é o conhecimento verdadeiro; entre não ser e ignorância; entre devir, que está entre o ser e o não ser, e opinião, que está entre o conhecimento e a ignorância”. Em seus estudos, Platão distingue o conhecimento em quatro graus:

- 1º) suposição ou conjectura;
- 2º) opinião acreditada, mas não verificada;
- 3º) razão científica;
- 4º) inteligência filosófica.

É possível perceber que Platão admite o conhecimento de modo amplo. No entanto, ele faz uma separação importante entre os dois primeiros e os dois últimos graus, tendo em vista que, no terceiro, levam-se em consideração as

hipóteses e a análise matemática e, no quarto, considera-se a dialética e o mundo do ser.

Mas o que é conhecimento? Numa ampla abordagem epistemológica Ernest (1991, p. 3) concebe o conhecimento como “[...] um conjunto de proposições, juntamente com um conjunto de procedimentos para verificá-las ou com a garantia de uma justificativa para suas afirmações.” Destarte, fundamentado nesse conceito, o conhecimento será considerado, neste trabalho, como sendo toda e qualquer sentença verdadeira, reconhecida, mediante uma justificativa, como tal por uma comunidade.

A conceituação de conhecimento assumida apresenta um caráter amplo, o qual envolve todo tipo de conhecimento e, por isso, é aplicável a todos os sentidos. Todavia, em se tratando de um trabalho acadêmico, de cunho científico, torna-se necessária a apresentação do significado de conhecimento científico, o qual é compreendido como sendo aquele que vem acompanhado de uma investigação racional, realizado a partir do estudo da natureza do que se investiga e contando com métodos científicos próprios da ciência. Mas como o conhecimento é produzido?

Os sentidos, inatos ao ser humano, possibilitam o contato com o mundo físico. Segundo Machado (1989), eles permitem perceber a realidade que está em nosso entorno por meio de dados observacionais brutos e de imagens sensíveis.

A percepção dessa realidade, quando efetuada de maneira acrítica, constitui o senso comum, o qual representa um conhecimento contestável, enquanto “O conhecimento científico se caracteriza justamente pela interposição entre o acúmulo de dados observacionais e as operações de interpretação da etapa analítica.” (MACHADO, 1989, p. 55). De acordo com o autor, em tal etapa ocorrem as instâncias empíricas, nas quais são analisados os fatos significativos do fenômeno em questão.

Machado fornece, inclusive, um esquema no qual apresenta, de forma concisa, a diferenciação entre o senso comum e o conhecimento científico:

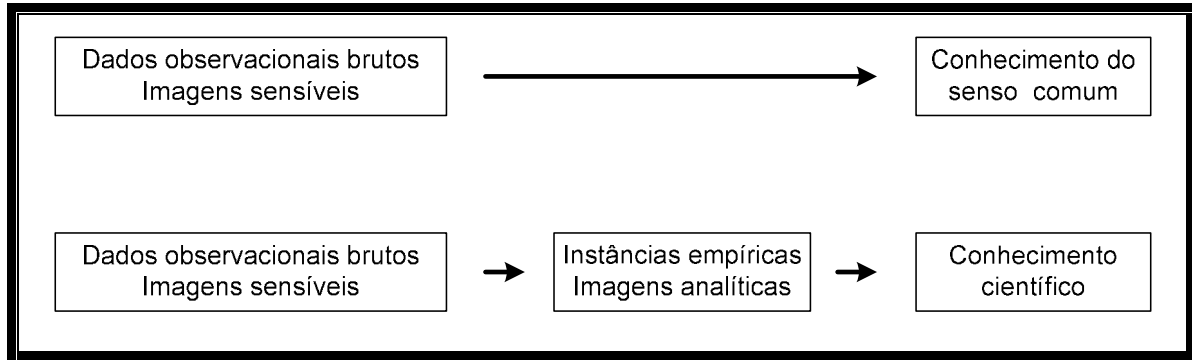


Figura 17 – Produção do conhecimento científico e do senso comum
Fonte: Machado (1989, p. 55).

É relevante esclarecer que, neste trabalho, o conhecimento será considerado em sua concepção mais abrangente, tanto do senso comum quanto do científico. Isso porque a apropriação do conhecimento científico pode ocorrer na transição do conhecimento do senso comum para o científico e a partir de conflitos e confrontos que surgem ao se buscar a justificativa científica daquilo que está sendo estudado.

O pensamento fundamenta-se em uma base sensório-material, na qual os sentidos são os responsáveis pela conexão com o mundo. Embora sua gênese seja sensorial, seu objetivo é desenvolver o pensamento racional.

O sensorial não pode ser confundido com o empírico, pois esse se utiliza daquele como matéria-prima. No nível empírico, de acordo com Machado, “[...] o objeto já é representado a partir de suas manifestações exteriores consideradas mais significativas após a observação direta” (MACHADO, 1989, p. 55).

O conhecimento empírico é produzido a partir da relação que se estabelece entre o ser humano, possuidor de uma carga cognitiva sócio-histórico-temporal, e os objetos, problemas, pessoas, ou melhor, o outro. Consoante com Machado (1989), o pensamento teórico é elaborado a partir da reflexão racional a respeito do conhecimento empírico, na qual predomina a inferência indutiva. A reflexão racional compreende, também, outros tipos de inferência, como a dedutiva, a abdutiva e a transformativa.

Enquanto o pensamento indutivo fundamenta-se na observação dos fenômenos, partindo da análise de suas especificações até a sua generalização, o pensamento dedutivo caminha no sentido inverso, partindo do geral para o específico. Esse segundo pensamento é assumido como a base para a matemática

formal, envolvendo demonstrações com elementos formais, símbolos, regras de inferência e sintaxe, conforme uma lógica apropriada.

Já o pensamento abduutivo, por meio do qual novas ideias são criadas, é uma inferência criadora. Ele analisa os dados, reconhece padrões, sugere hipóteses, entre outros.

De modo geral, Ponte *et al.* (1997) sintetizam tais pensamentos argumentando que o pensamento abduutivo *cria*, enquanto o dedutivo *explica* mediante hipóteses lógicas e argumentos plausíveis, e o pensamento indutivo *verifica* por meio de uma aproximação entre as crenças e a verdade.

A inferência transformativa envolve o pensamento transformativo, oriundo das transformações de imagens mentais dinâmicas, o que permite ampliar o campo da exploração de situações matemáticas. Esse pensamento apresenta-se mediante um processo dinâmico, no qual entes (objetos e conceitos) e situação apresentam a condição de transformar-se.

O pensamento teórico, cuja existência independe do conhecimento empírico, quando fundamentado em teorias e em sistemas abstratos, busca explicar a realidade. Ele procura explorar o real físico segundo um referencial teórico – o que ocorre é uma leitura do entorno, o que implica a existência de inúmeros modos de conceber a realidade física, já que cada indivíduo apresenta a sua própria leitura desse mundo. É importante ressaltar que a realidade física existente e sua leitura são diferentes, pois essa sofre influência do referencial teórico, da posição epistemológica, entre outros fatores que compõem o complexo sistema de compreensão dessa realidade.

Analisando a conceituação do processo de construção do pensamento teórico estabelecida até o momento, outra questão surge: é possível afirmar que o conhecimento constitui-se na passagem do concreto físico para o abstrato?

De acordo com Machado (1989), o processo de elaboração do conhecimento envolve, necessariamente, a passagem do concreto para o abstrato e a volta para o concreto, formando, assim, um ciclo. No entanto, o concreto do ponto de partida mostra-se multifacético, sendo reduzido a representações abstratas, as quais, por sua vez, levam a uma reprodução do real por meio do pensamento. Para o autor, “[...] A mediação nesse processo é realizada pelas abstrações, onde o

pensamento se afasta da concreticidade como condição necessária para aproximar-se dela, para agir sobre ela” (MACHADO, 1989, p. 56-57).

Seria possível, desse modo, afirmar que a base sensório-material acompanhada do concreto físico é reconhecida pela comunidade científica como essencial na formação do pensamento teórico? Para algumas perspectivas filosóficas, sim; mas outras nem mesmo levam em consideração a existência de um conhecimento empírico ligado à base sensório-material. Para o realismo, por exemplo, os objetos matemáticos são reais, embora não sejam objetos físicos ou materiais. Já para o formalismo,

[...] a matemática torna-se um sistema formal que, partindo dos axiomas e dos termos iniciais, se desenvolve numa cadeia ordenada de fórmulas, mediadas por teoremas, sem nunca sair de si mesma. Torna-se nem mais nem menos, do que ‘um jogo lingüístico’ fundado exclusivamente nas próprias regras do jogo [...]. (PONTE *et al.*, 1997, p. 27).

Embora essa e outras perspectivas filosóficas desconsiderem o conhecimento empírico, é válido salientar que a posição assumida neste trabalho considera tal conhecimento, assim como o conhecimento produzido pelos não matemáticos. Nesse sentido, há concordância com as perspectivas defendidas pelos empiricistas, pelos quasi-empiricistas e pela concepção realística em considerar o conhecimento empírico.

Até o momento argumentou-se a respeito da produção do conhecimento de forma ampla. No entanto, este trabalho constitui-se de uma pesquisa científica acadêmica que busca investigar, especificamente, como o ensino do conhecimento matemático pode contribuir para a formação de um estudante de administração. Assim sendo, é essencial que tais conhecimentos sejam analisados, a começar pela administração.

3.2 ADMINISTRAÇÃO

A administração, desde sua sistematização, estuda a melhor maneira de estabelecer princípios e normas para obter, do modo mais eficiente possível, o máximo de produtividade em todos os seus setores, procurando minimizar seus custos e utilizar, de maneira adequada, seus recursos – não se isentando da responsabilidade em relação à preservação do meio ambiente.

Mas o que é, afinal, administração?

Segundo o pesquisador e administrador Maximiano (2006, p. 6), ela é “[...] o processo de tomar decisões sobre objetivos e utilização de recursos”⁹. Um curso de administração é, dessa maneira, aquele que prepara o ser humano para tomar decisões acerca de objetivos determinados, bem como a respeito da utilização adequada dos recursos disponíveis.

Conhecendo esse conceito, outra indagação surge a respeito do conhecimento especificamente no campo da administração: como esse saber pode ser produzido?

Para Maximiano (2006), o conhecimento administrativo é produzido por meio da observação ou da análise crítica dos administradores e da experiência prática das organizações. As fontes para produção de tal conhecimento são, principalmente, a experiência prática e os métodos científicos. Aquela resulta da criação de princípios e técnicas que geraram resultados positivos e úteis à profissão. Tais produções compõem um acervo teórico considerável de conhecimento empírico, o qual tem sido transmitido desde as primeiras organizações. Já os métodos científicos permitem a aplicação de procedimentos da ciência no estudo tanto das organizações, quanto dos administradores. Contudo, não há, segundo Maximiano (2006), uma forma de pesquisa específica para o estudo da produção do conhecimento administrativo, tampouco existe metodologia diferenciada para o estudo de seus fenômenos.

Assim, ao longo do tempo, a administração sistematizou diversas teorias que envolvem os conhecimentos produzidos e organizados por meio da

⁹ Para Maximiano o termo decisão pode ser substituído por processo ou por função.

experiência das organizações, as quais são estudadas pela teoria geral da administração.

É interessante observar o quanto as teorias da administração estão vinculadas ao empírico. Desse modo, é possível entender que o processo de teorização na administração pode ocorrer em forma de uma espiral, haja vista que as teorias surgem da experiência e, uma vez sistematizadas, aplicam-se à prática, a qual, por seu turno, gera novas experiências.

Tal fato propicia a formação de um sistema dinâmico e flexível, no qual os conceitos cognitivos estão sujeitos aos contextos histórico-sociais, ou seja, uma ideia pode apresentar diferentes significados, dependendo da escola, do pensamento ou enfoque que se assume, além de apresentar a característica de adaptar-se às mudanças proporcionadas pelo momento histórico e pelo contexto social vigentes.

De acordo com Maximiano (2006), tais enfoques podem ser: produção de massa, preocupação com eficiência, humanismo, enfoque comportamental, escola das relações, escola da qualidade, enfoque no processo de administração, teorias das organizações, pensamento sistêmico e outros.

Mas será que existe o melhor enfoque, modelo ou escola?

O melhor enfoque, para Maximiano (2006), é aquele que melhor se adapta à situação, pois ele depende da organização, da tecnologia e de vários outros fatores inerentes ao contexto sócio-histórico-temporal analisado. Desse modo, cabe ao administrador conhecer os diferentes enfoques da administração bem como sua organização, para poder implementar o modelo mais adequado ao seu contexto.

A história da administração e suas teorias compõem o núcleo de sustentação que promove a aplicação e a evolução do pensamento da administração, o que torna indispensável seu conhecimento. Assim, será apresentada, neste capítulo, uma breve síntese da história da administração, de algumas de suas teorias, da evolução dessa área no Brasil, bem como uma breve análise de algumas escolas que apresentam tradição em cursos de administração.

As fontes utilizadas para fundamentar essa investigação são oriundas de diversas naturezas, como a consulta a páginas eletrônicas oficiais de instituições, artigos publicados em revistas indexadas e livros da área.

3.2.1 Uma Breve História da Administração

O ato de administrar está, há milênios, presente na humanidade. Os primeiros registros que possibilitam a existência dessa afirmação datam de 5.000 a.C., quando os sumerianos buscavam resolver seus problemas do modo mais eficiente e sistematizado possível.

Também existem evidências do exercício da administração intuitiva no Egito com Ptolomeu (90-168), o qual planejou, ainda no século II, um sistema econômico. Cabe ressaltar que dificilmente esse sistema seria operacionalizado sem a existência de uma administração pública organizada e sistematizada.

Outro registro, encontrado na China, no período de 500 a.C., mostra a necessidade da criação de um sistema de organização para governar o império segundo os princípios da administração, como a Constituição Chow e, também, as regras de administração pública de Confúcio.

As ideias da administração contribuíram de forma decisiva para a evolução e a manutenção de instituições que se destacaram no decorrer da história, como a igreja católica apostólica romana, a qual pode ser reconhecida como uma das organizações formais de maior eficiência na civilização ocidental, e as organizações militares, que, de acordo com informações obtidas no conselho federal de administração,

[...] evoluíram das displicentes ordens dos cavaleiros medievais e dos exércitos mercenários dos séculos XVII e XVIII até os tempos modernos com uma hierarquia de poder rígida e adoção de princípios e práticas administrativas comuns a todas as empresas da atualidade. (GOMES, 2005, p. 2).

Embora noções e ações intuitivas da administração tenham se manifestado nos mais diversos povos no decorrer do tempo, somente a partir da revolução industrial, iniciada na Inglaterra no início do século XVIII, surgiram as primeiras empresas e a era da administração moderna de fato. Essa revolução se estendeu até o limiar do século XX, espalhando-se por diversos países na Europa, na América e na Ásia, chegando à edificação de conglomerados industriais e multinacionais cada vez mais modernos, contando com expansões dos meios de

comunicação e avanços nas áreas químicas, eletrônicas, das engenharias e da robótica.

Frente a essas mudanças, a evolução da administração foi necessária, principalmente devido ao célere crescimento desordenado de empresas e indústrias na busca por uma administração científica que substituísse a administração intuitiva e empírica predominante até então.

Buscando melhorar a eficiência e a produtividade para enfrentar a concorrência e a competitividade do mercado, a procura por administradores tornou-se cada vez maior, o que levou à criação de escolas e cursos que preparassem tais profissionais.

3.2.2 Evolução do Pensamento da Administração

A sistematização da área de administração, como um curso voltado ao ensino e à preparação de profissionais da administração, ocorreu no final do século XIX, precisamente no ano de 1881, com a criação da primeira escola de administração de empresas do mundo, na cidade de Filadélfia, estado da Pensilvânia¹⁰.

O fundador da Wharton School foi o empresário Joseph Wharton (1826-1909), o qual escreveu uma carta solicitando à universidade da Pensilvânia a criação de uma escola para preparar os jovens para assumir o controle da economia complexa.

Atualmente, a Wharton School encontra-se entre as melhores escolas superiores de *business administration*. A instituição posiciona-se, inclusive, no décimo lugar no *ranking* das 100 melhores escolas de negócios do mundo, dado publicado pelo Financial Times¹¹.

Desde a criação da Wharton School, diversas escolas de administração surgiram em todos os continentes, oferecendo possibilidade de

¹⁰ Informações obtidas na página eletrônica da Wharton School: <<http://www.wharton.upenn.edu/about/wharton-history.cfm>>. Consultado em 04.01.2011.

¹¹ Informações obtidas na página eletrônica da Financial Times. Fonte: <<http://www.ft.com/home/us>>. Consultado em 04.01.2011.

conhecimento científico a respeito da área. No Brasil, essa expansão iniciou-se 48 anos depois no estado de São Paulo.

No ensino superior, a área de administração, enquanto ciência, vem evoluindo desde sua sistematização, ocorrida a partir do final do século XIX. Houve um período em que a administração buscava a melhor maneira de estabelecer princípios e normas para se obter o máximo de produtividade de modo eficiente, com o menor custo possível, visando ao maior lucro. Nesse processo, nota-se que o foco centrava-se no produto. No entanto, a administração, atualmente, volta-se mais para o “[...] processo de tomar decisões sobre objetivos e utilização de recursos.” (MAXIMIANO, 2006, p. 6). Tal conceito muda o foco estabelecido até então, o qual passa a centrar-se no papel do administrador.

Com esse novo foco da ação administrativa, o conhecimento acerca da área torna-se imprescindível, principalmente com relação às principais teorias que a fundamentam. Além disso, no desenvolvimento da administração, diversas teorias científicas foram sistematizadas, procurando compreender o processo de organização em diversos contextos da administração e buscando contemplar a complexidade inerente a tais sistemas por meio de teorias científicas.

O ato de administrar, como exposto no item 3.2 deste capítulo, está, desde os tempos antigos, presente na sociedade nas grandes organizações, como as militares e a igreja católica, as quais tinham tanta necessidade de administração quanto têm as organizações atuais. Em função dessa necessidade, algumas teorias que envolviam técnica e conhecimento científico foram desenvolvidas com o intuito de auxiliar a tomada de decisões acerca dos recursos para atingir o(s) objetivo(s) desejado(s).

No período do surgimento da administração como corpo independente de conhecimento, no século XVIII, o contexto histórico-social envolvia um mercado crescente, o qual contava com pouca concorrência e cujas fontes aparentavam ser inesgotáveis.

Fundamentado nessa conjuntura, o pensamento da administração, ao longo dos anos, desenvolveu-se mediante diversas teorias, como: a administração científica de Frederick Winslow Taylor (1856-1915); a linha de montagem de Henry Ford (1863-1947); a teoria clássica desenvolvida por Henri Fayol (1841-1925); a teoria da burocracia defendida por Max Weber (1864-1920); a teoria das relações humanas defendida por Elton George Mayo (1880-1949); a teoria

estruturalista; a teoria comportamental; a teoria do desenvolvimento organizacional; a teoria da contingência; e a teoria dos sistemas de Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972).

Uma perspectiva mais contemporânea da administração apresenta abordagens que não se solidificaram ainda como teorias, porém mostram-se eficazes, como a gestão da qualidade total, a reengenharia de processos, o *benchmarking*, a administração empreendedora e a administração virtual, entre outras.

Entre tantas teorias criadas e desenvolvidas, algumas se destacaram em virtude de sua eficiência, como a da administração científica produzida por Taylor (1856-1915), já comentada no capítulo 2. Essa teoria envolvia a aplicação de métodos de pesquisa para detectar a melhor maneira de se efetivar a seleção e o treinamento científico dos trabalhadores.

Já Henry Ford (1863-1947), também explanado no capítulo 2, desenvolveu a linha de montagem, a qual exigia trabalhadores especializados e a sua fixação em postos de trabalho. Além disso, ela inovou ao manifestar a ideia de que é o produto em fase de montagem que deveria se deslocar na direção do trabalhador, não o contrário.

Henri Fayol (1841-1925) foi o primeiro a reconhecer que a administração constituía uma função distinta das outras operações da empresa, já que os fundamentos da sua teoria clássica defendem que a administração é um processo que exige planejamento, comando, organização, controle e coordenação.

Max Weber (1864-1920) desenvolveu a teoria da burocracia, preocupando-se em descrever o alicerce formal-legal em que as organizações estão fundadas, analisando principalmente o processo de dominação das organizações, ou seja, o processo autoridade-obediência. Em sua pesquisa, Weber percebeu que a autoridade tem a contrapartida da obediência, baseia-se nas tradições, no carisma, em normas racionais e impessoais e que a autoridade burocrática seria a base da organização moderna.

As ideias presentes nessas teorias mostram a preocupação com o desempenho, tanto dos recursos quanto dos processos envolvidos no cumprimento de uma tarefa ou mesmo presentes em toda a empresa. As pessoas que fazem tal processo dinamizar-se não são negligenciadas, porém são consideradas como um recurso de produção.

A valorização do ser humano no processo da administração ganhou ênfase assim que se entendeu que a administração não chegaria muito longe caso as pessoas não fossem consideradas em sua totalidade, tornando-se fator prioritário no processo. Surge, assim, a teoria das relações humanas, cuja ênfase é atribuída às pessoas que trabalham e participam das organizações.

Outra teoria que segue esse enfoque é a comportamental, a qual leva em consideração tanto o comportamento e as diferenças individuais quanto o comportamento coletivo e os processos interpessoais.

A teoria estruturalista surge a partir de desdobramentos da teoria da burocracia e da teoria das relações humanas, mostrando uma análise crítica da organização formal. Ela apresenta uma abordagem múltipla e globalizante, integrando as organizações com o contexto social externo e evidenciando a interdependência entre eles.

A teoria do desenvolvimento organizacional busca promover alterações no contexto social a partir da mudança das pessoas, dos grupos e da cultura organizacional, tendo em vista a estrutura imutável apresentada. Essa teoria procura, por meio de conhecimentos da ciência comportamental, melhorar a capacidade de resolver problemas quando confrontados com o ambiente externo.

A teoria contingencial defende a ideia de que não há uma única teoria administrativa possível de ser aplicada em todas as situações. Cada circunstância a ser analisada exige um enfoque ou mesmo uma combinação de enfoques segundo as características do contexto estudado.

A integração entre os fatores humanos e técnicos contribuiu para o surgimento da teoria dos sistemas. Nessa teoria, ambos os fatores influenciam-se mutuamente, sendo que o papel do administrador consiste em cuidar do desempenho global do sistema, que é cercado por um ambiente. Os sistemas são considerados em sua totalidade, ou seja, analisa-se a interdependência entre os elementos que compõem o sistema, o qual, por sua vez, compõe a realidade.

Para apreender essa realidade não é possível compreender o elemento isolado, mas entendê-lo também em suas inter-relações mediante um enfoque interdisciplinar. O enfoque sistêmico mostra que a sociedade atual tornou-se complexa e que, para compreendê-la, é necessário analisá-la conforme abordagens holísticas e interdisciplinares.

A perspectiva mais contemporânea da administração apresenta abordagens que se mostram eficazes no trabalho da administração, embora não tenham alcançado ainda o patamar de teoria, como a gestão de qualidade total. Todavia, com o crescimento da produção em massa, um aspecto de grande importância para o campo da administração foi o controle de qualidade, analisado por meio da gestão de qualidade total.

Esse controle evoluiu mediante três etapas, sendo que a primeira delas salientava inspeção, na qual os produtos eram conferidos um a um, de forma a ser possível detectar defeitos. Porém, tal estratégia não melhorava a qualidade. Na segunda etapa, a do controle estatístico, os produtos eram verificados por amostragem, surgindo, assim, os departamentos especializados, os quais cuidavam principalmente da localização dos defeitos e do controle de qualidade da produção. Já a terceira das etapas foi marcada pela qualidade total, em que o processo produtivo é controlado e toda a empresa torna-se responsável pela qualidade da produção, ou seja, a qualidade é um problema de todos os funcionários. Percebe-se, desse modo, que a qualidade é uma questão sistêmica. Essa mudança de paradigma representa a evolução do setor empresarial e industrial para a qualidade total, que, por sua vez, é assegurada por um sistema de administração de qualidade.

Ademais, a reengenharia de processo envolve todas as mudanças efetuadas para a realização de um novo processo, desde a criação de novas estratégias de trabalho até novas análises, abrangendo a complexidade da perspectiva tecnológica, humana e organizacional. Isto é, mudar completamente o trabalho segundo novos critérios.

O *benchmarking*, por seu turno, corresponde a um método de busca das melhores ideias e processos operacionais eficientes, envolvendo a prática e a métrica para produção de uma empresa com o intuito de maximização do seu desempenho.

Já a administração empreendedora surge a partir da iniciativa do empreendedor em construir negócios de sucesso no mercado, por meio da criatividade e da inovação, alcançando brechas que não foram preenchidas pelas grandes empresas.

A administração virtual surge a partir da fusão da telecomunicação com a informática. Ela opera com base nas informações obtidas em tempo real e na confiança entre as relações estabelecidas de forma *on-line*. Essa administração

exige, além de boa interação da empresa com o mercado, trabalho de equipe eficiente.

Como visto até o momento, diversas são as teorias já sistematizadas que vêm organizando o campo da administração. Assim, com o intuito de se construir uma visão sistêmica, o quadro 5 apresenta algumas delas, especificando os paradigmas aos quais estão inseridas.

Paradigmas da administração		
Paradigmas formadores da administração	Paradigma técnico-administrativo	Composto pelas contribuições de Taylor, Ford e Fayor.
	Paradigma humanista e comportamental	Formado pelas contribuições iniciais de George Elton Mayo e pelas abordagens psicológicas e sociais que influenciam as noções de motivação e liderança.
	Paradigma organizacional	Constituído pelas teorias e pelo estudo do poder, das modalidades e da dinâmica das organizações.
Paradigmas contemporâneos da administração	Paradigma sistêmico e estratégico	Composto pela teoria dos sistemas, pela administração estratégica e pela abordagem sociotécnica.
	Paradigma da qualidade e da participação	Formado pela administração da qualidade total, pela administração participativa e pelo modelo japonês de administração, que sintetizou de forma eficaz as duas noções no que se refere a resultados operacionais para o mundo global dos negócios.
	Paradigma da reestruturação flexível	Originado fundamentalmente da extensão do modelo japonês para o mundo por meio da reestruturação produtiva, da busca da flexibilidade organizacional e da competitividade como diretriz estratégica.

Quadro 5 – Paradigmas da administração
Fonte: Nogueira (2007, p.106).

O contexto sociocultural, em que foram analisadas e supridas as necessidades da sociedade, por meio da criação de teorias e abordagens diversas, tornou-se cada vez mais exigente. O pensamento da administração tende, nos dias de hoje, a explorar e conceber um novo processo que leva em conta a produtividade do *conhecimento* e dos *trabalhadores do conhecimento*.

A transformação da organização na qual predominava o comando e o controle dos departamentos para uma organização fundamentada na informação, marca, assim, esta como a era da organização de especialistas do conhecimento. Ademais, no mundo contemporâneo, há uma quantidade enorme de dados disponíveis; no entanto, coletar dados importantes e transformá-los em informação relevante requer conhecimento especializado.

É certo que a tecnologia da informação está mudando as empresas e, por consequência, o setor da administração. O grande enigma emergente consiste, portanto, em desvendar o que tal mudança exigirá das empresas e de seus dirigentes.

Segundo Drucker (1998), será necessário que homens de negócios experimentados voltem para a universidade. Essas, por seu turno, precisarão definir com clareza o que os especialistas deverão saber para se prepararem para posições de alto nível nas empresas.

É importante compreender que o conhecimento especializado por si só nada produz. Uma empresa pode ter diversos especialistas e em diferentes áreas; no entanto, todos devem trabalhar em conjunto, de maneira harmoniosa, o que requer um gerenciamento eficaz que integre tais especialidades.

De acordo com Drucker (1998), o ensino de administração tem recebido bastantes críticas das quais muitas são justificáveis. O ensino, que compreende um sistema organizado de conhecimentos a respeito de administração, traz informações codificadas do sistema de gerenciamento de pelo menos 40 anos. O conhecimento de tais fatos é importante, porém não tem ajudado o administrador a superar os desafios atuais.

Assim, é necessário que o administrador da atualidade esteja em constante aprimoramento, adquirindo novas habilidades e aperfeiçoando suas competências. É preciso que ele seja capaz de reconhecer e até de adotar novos padrões em detrimento de outros ultrapassados, para que, cada vez mais, possa resolver com sucesso problemas emergentes.

3.2.3 Evolução da Administração no Brasil

No ano de 1929, a estrutura econômica brasileira apresentava não somente falhas em sua organização, como também a inexistência de um controle eficiente da produção. Esse contexto exigia, portanto, que fosse implementada uma nova organização científica do trabalho, a qual contasse com o estabelecimento de princípios de racionalização.

Foi constituída, desse modo, uma comissão, composta pelos professores Geraldo de Paula Souza, Monteiro de Camargo, Lourenço Filho e Roberto Mange, a qual tinha como meta criar o projeto de um Instituto que regulamentasse a organização científica e racional do trabalho. O propósito principal delineado pela comissão foi “[...] Reunir e aplicar todos os conhecimentos indispensáveis para se retirar do trabalho humano, com o mínimo de esforço e de risco, o máximo de proveito, quer para o empregado, quer para o empregador, quer para a coletividade.” (FUNDAÇÃO IDORT/SP¹², 2011).

O intento solidificou-se em 23 de junho de 1931, com a criação do instituto de organização racional do trabalho (IDORT), no estado de São Paulo, cuja finalidade maior era “[...] **melhorar o padrão de vida dos que trabalham em São Paulo e no Brasil**, por meio da difusão e introdução de processos de organização científica do trabalho e da produção” (FUNDAÇÃO IDORT/SP, 2011 – grifos do *site*).

Outro fato marcante na disseminação de métodos da administração é a criação do departamento administrativo do serviço público (DASP), em 30 de julho de 1938. Esse órgão, previsto pela Constituição de 1937 e subordinado diretamente à Presidência da República, apresentava como objetivo promover uma profunda reforma no campo da administração, com o intuito de organizar e racionalizar o serviço público no país. O contexto sociopolítico desse período passava por reformas que estavam sendo implementadas por Getúlio Vargas no Estado Novo.

A primeira escola de administração no Brasil, a Escola Superior de Administração de Negócios (ESAN), foi criada em São Paulo, no ano de 1941, pelo

¹² Informações obtidas no *site* da fundação IDORT/SP
<<http://www.idort.com/History.aspx?subjectId=743F81AF-E4BE-DC11-9D7D-0014220BC504&langId=1&fatherId=1>>, consultado em 08/02/2011.

padre jesuíta Roberto Sabóia de Medeiros. O modelo utilizado para sua criação foi inspirado no curso de Administração da Universidade de Harvard – *Graduate School of Business Administration*.

Em 1946, a Universidade de São Paulo (EA/USP) criou a Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, na qual eram ministrados cursos de ciências econômicas e de ciências contábeis. Algumas matérias trabalhadas em ambos os cursos tinham vínculo com a área da administração. Doze anos depois do estabelecimento da Universidade de São Paulo, surgiu uma nova instituição com o nome de Faculdade de Ciências Econômicas e Administrativas (FCEA).

Mediante as mudanças ocorridas no sistema educacional brasileiro entre as décadas de 50 e 60 – que buscavam atender às exigências do mercado de trabalho com uma maior qualificação técnica tanto de economistas como de contabilistas e administradores –, a FCEA adaptou seu currículo. Isso para dar mais ênfase às matérias exigidas no novo contexto da economia, ou seja, à matemática, à administração financeira, à contabilidade de custos e aos métodos quantitativos.

No ano de 1952, a Fundação Getúlio Vargas (EBAPE/FGV), localizada no Rio de Janeiro, criou a Escola Brasileira de Administração Pública e de Empresas. O curso, que tinha duração de dois anos, teve a colação de grau de sua primeira turma em 1954. Atualmente, a instituição forma um profissional em um período mínimo de 4 anos, os quais são separados em dois ciclos. O primeiro deles, denominado de ciclo básico, é composto pelas matérias ligadas às áreas de administração, economia, matemática, ciências humanas e computação. De acordo com informações obtidas junto à página da Fundação¹³, “[...] as matérias ligadas à área de matemática desenvolvem o hábito de pensamento lógico e objetivo, imprescindível para o êxito de sua carreira profissional.”. O segundo, ciclo profissional, objetiva garantir aos alunos ferramentas e conhecimento específico relacionado à administração de empresas privadas e públicas.

Em 1954, foi criada a Escola Brasileira de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas (FGV-EAESP), a partir de um esforço conjunto entre o governo, o empresariado brasileiro e a colaboração da *Michigan State University*.

¹³ Fonte: <<http://www.fgv.br/gradrj/>>. Consultado em 05.01.2011.

O desafio da EAESP era formar administradores prontos para combater as mudanças enfrentadas pelo Brasil na época. O quadro social revelava um crescimento acelerado, com a entrada de novas tecnologias no mercado e a abertura para contatos internacionais.

A Fundação Getúlio Vargas começou a ofertar, a partir da década de 60, cursos de pós-graduação, tanto na área de economia como em administração pública e de empresas. A FCEA/USP também começou a ofertar cursos de administração de empresas e de administração pública nessa mesma década, mais precisamente em 1963.

Embora o Brasil estivesse oportunizando o contato com a formação nessa área desde a década de 40, somente vinte anos depois é que a regulamentação do profissional administrador foi promulgada pela Lei nº 4.769, de 9 de setembro de 1965.

O primeiro currículo mínimo estabelecido, no Brasil, para o curso de administração foi fixado pelo Conselho Federal de Educação no ano de 1966, por meio do Parecer CESu nº 307, fundamentado na Lei nº 4.769 de 09/09/1965, Brasília. Esse currículo era constituído das seguintes matérias:

- matemática;
- estatística;
- contabilidade;
- teoria econômica;
- economia brasileira;
- psicologia aplicada à administração;
- sociologia aplicada à administração;
- instituições de direito público e privado (incluindo noções de ética administrativa);
- legislação social;
- legislação tributária;
- teoria geral da administração;
- administração financeira e orçamento;
- administração de pessoal;
- administração de material.

O currículo mínimo ainda incluía a obrigatoriedade de se cursar a matéria de direito administrativo ou a de administração de produção e administração de vendas, ficando o estudante sujeito à escolha de uma delas. Além das matérias, os alunos tinham que realizar um estágio supervisionado de seis meses para obterem o diploma. Eram ofertados cursos de administração pública e de administração de empresas, com carga horária de 2.700 horas/aula.

Essa mesma Lei que regulamentou o currículo mínimo instituiu também a profissão de “técnico em administração”, nome que foi alterado para “administrador” em 13 de junho de 1985, de acordo com a Lei nº 7.321.

No ano de 1973, o Ministério de Educação e Cultura começou a regulamentar os conteúdos mínimos e a duração de habilitações ligadas à área de administração. O Parecer MEC/CFE nº 788, de 4 de junho de 1973(d), regulamentou as habilitações em administração hospitalar do curso de administração, e a Resolução MEC/CFE nº 1.081, de 6 de julho de 1973(c), regulamentou as habilitações em comércio exterior do curso de administração.

O estabelecimento das especializações em diversas áreas de administração foi regulamentado pela Resolução MEC/CFE nº 18, de 12 de julho de 1973(b), a partir da qual os cursos poderiam apresentar as seguintes denominações:

- administração pública;
- administração de empresas;
- administração hospitalar;
- administração em comércio exterior.

Duas décadas depois, o MEC/CFE, visando a modernizar o currículo mínimo de administração, na tentativa de atender às demandas por uma formação mais generalista/específica, por meio da Resolução MEC/CFE nº 2, de 4 de outubro de 1993, fixou os conteúdos mínimos e a duração do curso de graduação em administração. O curso passaria a contar com 3.000 horas-aula, fixando para sua integralização um período mínimo de 04 e máximo de 07 anos letivos.

A novidade dessa Resolução, em relação ao Parecer CESu nº 307 de 1966, está na maneira de distribuir as matérias em quatro grupos, a saber: formação básica e instrumental; formação profissional; disciplinas eletivas e complementares; e estágio supervisionado. O quadro 6 sistematiza essa distribuição:

	MATÉRIAS	CARGA HORÁRIA	PERCENTUAL
FORMAÇÃO BÁSICA E INSTRUMENTAL	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Economia ▪ Direito ▪ Matemática ▪ Estatística ▪ Contabilidade ▪ Filosofia ▪ Psicologia ▪ Sociologia ▪ Informática 	720 h/a	24%
FORMAÇÃO PROFISSIONAL	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Teorias da Administração ▪ Administração Mercadológica ▪ Administração de Produção ▪ Administração de Recursos Humanos ▪ Administração Financeira e Orçamentária ▪ Administração de Recursos Materiais e Patrimoniais ▪ Administração de Sistemas de Informação ▪ Organização, Sistemas e Métodos 	1.020 h/a	34%
DISCIPLINAS ELETIVAS E COMPLEMENTARES		960 h/a	32%
ESTÁGIO SUPERVISIONADO		300 h/a	10%
	TOTAL	3.000 h/a	100 %

Quadro 6 – Currículo mínimo de administração
 Fonte: Adaptado de Brasil (1993, p.1).

O terceiro artigo da Resolução supracitada também possibilita às instituições de ensino superior adequarem seus currículos com conteúdos específicos relacionados à particularidade do curso de administração. O artigo 3º dessa resolução estabelece:

Art. 3º - Além da habilitação geral prescrita em lei, as instituições poderão criar habilitações específicas, mediante intensificação de estudos correspondentes às matérias fixadas nesta Resolução e em outras que venham a ser indicadas para serem trabalhadas no currículo pleno. (BRASIL, 1993, p. 2).

A promulgação dessa lei e, especificamente, desse artigo abriu uma brecha às instituições de ensino superior, permitindo-lhes solicitar a criação de cursos nessa área com as mais diversas nomenclaturas. Tal solicitação tinha o objetivo de evidenciar o foco do estudo no campo da administração.

O Relatório do Grupo de Trabalho instituído pela Portaria Ministerial nº 4.034, de 8 de dezembro de 2004(a), argumenta que os cursos de administração, após a brecha possibilitada pelo referido artigo,

[...] tiveram um efeito não previsto em relação à verdadeira intenção da referida Resolução, ao incluir o nome das habilitações específicas na nomenclatura do curso, proporcionando uma grande diversificação dos cursos de Administração, descaracterizando-os ao pulverizar os conteúdos e competências. Não se observou, contudo, o mesmo desmembramento nos cursos de outras áreas de conhecimento. (BRASIL, 2005a, p. 15).

Uma interpretação ambígua acabou por gerar um sério problema, como salienta o Relatório citado:

[...] a 'farra das habilitações' teve como pretexto a interpretação equivocada da Resolução MEC/CFE nº. 2/1993, que permitia a criação de habilitações para o curso de Administração. Assim, muitas instituições procuravam, com esse artifício, aumentar o número de vagas a partir da criação de um suposto 'novo' curso de Administração, com variadas e criativas nomenclaturas de habilitações, embora a estrutura montada para o 'novo curso' fosse praticamente a mesma, exigindo poucos investimentos. (BRASIL, 2005a, p. 15).

Com o intuito de solucionar tal problema a Associação Nacional dos Cursos de Graduação em Administração (ANGRAD) e o Conselho Federal de Administração (CFA) solicitaram junto ao Conselho Nacional de Educação a retificação da Resolução CNE/CES nº 1/2004, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do curso de graduação em administração, haja vista a existência de 2.500 habilitações, com aproximadamente 240 denominações distintas. Tal volume tem gerado confusão entre o próprio curso e suas habilitações.

A solicitação foi atendida por meio do Parecer MEC/CNE/CES nº 023, de 03 de fevereiro de 2005, homologado no dia 06 de junho de 2005 pelo ministro da educação. Essa resolução promulgou, dessa maneira, a inclusão no texto da Resolução CNE/CES nº 1/2004 o parágrafo 3º do art. 2º, nos termos transcritos a seguir:

§ 3º - As Linhas de Formação Específicas não se constituem uma extensão ao nome do curso, como também não se caracterizam como uma habilitação, devendo as mesmas constar apenas no

Projeto Pedagógico do Curso, quando for o caso. (BRASIL, 2005c, p.1).

Fundamentado no Parecer nº 023, o Conselho Nacional de Educação aprovou a Resolução MEC/CNE/CES nº 04, de 13 de julho de 2005, publicada no D.O.U. (Diário Oficial da União) de 19 de julho de 2005, com o propósito de retificar alguns outros dispositivos presentes também na Resolução CNE/CES nº 1/2004. Há entre tais itens: a eliminação da habilitação junto ao nome do curso, passando esse a ser chamado de *curso de bacharelado em administração*. Além disso, definiu-se o prazo de implantação das Diretrizes em, no máximo, dois anos a partir de sua publicação.

A Resolução CNE/CES nº 1/2004 e, *a posteriori*, a CNE/CES nº 4/2005, em substituição aos Currículos Mínimos Profissionalizantes, instituíram a Diretriz Curricular Nacional (DCN), do curso superior em administração. Essa DCN trouxe um novo rumo para o ensino da administração no Brasil, pois conferiu maior autonomia à produção dos projetos políticos pedagógicos. Ademais, a grande novidade oferecida por essa DCN, expressa no artigo 5º da referida Resolução, compreende a apresentação dos quatro eixos da formação básica de um administrador. Eixos esses compostos por disciplinas:

Art. 5º Os cursos de graduação em Administração deverão contemplar, em seus projetos pedagógicos e em sua organização curricular, conteúdos que revelem inter-relações com a realidade nacional e internacional, segundo uma perspectiva histórica e contextualizada de sua aplicabilidade no âmbito das organizações e do meio através da utilização de tecnologias inovadoras e que atendam aos seguintes campos interligados de formação:

I - Conteúdos de Formação Básica: relacionados com estudos antropológicos, sociológicos, filosóficos, psicológicos, ético-profissionais, políticos, comportamentais, econômicos e contábeis, bem como os relacionados com as tecnologias da comunicação e da informação e das ciências jurídicas;

II - Conteúdos de Formação Profissional: relacionados com as áreas específicas, envolvendo teorias da administração e das organizações e a administração de recursos humanos, mercado e marketing, materiais, produção e logística, financeira e orçamentária, sistemas de informações, planejamento estratégico e serviços;

III - Conteúdos de Estudos Quantitativos e suas Tecnologias: abrangendo pesquisa operacional, teoria dos jogos, modelos matemáticos e estatísticos e aplicação de tecnologias que contribuam para a definição e utilização de estratégias e procedimentos inerentes à administração; e

IV - Conteúdos de Formação Complementar: estudos opcionais de caráter transversal e interdisciplinar para o enriquecimento do perfil do formando. (BRASIL, 2005b, p. 2-3).

É possível notar que a matemática está presente no terceiro eixo “Conteúdos de Estudos Quantitativos e suas Tecnologias”. Todavia, sua presença não se faz de modo amplo, sob a terminologia de ‘matemática’, porém de forma mais restrita e direcionada aos ‘modelos matemáticos e estatísticos’. A Resolução não traz qualquer tipo de esclarecimento relacionado à adoção dessa terminologia e à intenção da educação matemática que se espera desses modelos aos estudantes de administração. É relevante ressaltar, nesse momento, que, neste estudo, não se pretende trabalhar com os modelos estatísticos, mas com os matemáticos.

A Resolução supracitada também apresenta o perfil desejado de um profissional da administração, tendo em vista que o seu cotidiano é permeado de situações novas, as quais exigem um comportamento fundamentado em processos em que a investigação, a análise e a tomada de decisões precisam fazer parte de sua vida profissional. Qual seria, então, esse perfil?

O artigo 3º da Resolução CNE/CES nº 4/2005 coloca que

O Curso de Graduação em Administração deve ensejar, como perfil desejado do formando, capacitação e aptidão para compreender as questões científicas, técnicas, sociais e econômicas da produção e de seu gerenciamento, observados níveis graduais do processo de tomada de decisão, bem como para desenvolver gerenciamento qualitativo e adequado, revelando a assimilação de novas informações e apresentando flexibilidade intelectual e adaptabilidade contextualizada no trato de situações diversas, presentes ou emergentes, nos vários segmentos do campo de atuação do administrador. (BRASIL, 2005b, p. 2).

Para desenvolver tal capacidade e aptidão, os administradores devem apropriar-se não somente dos conceitos e conhecimentos da administração, como também conhecer os de outras áreas, como a sociologia, a filosofia, a psicologia, a matemática, entre outras.

Dentre essas áreas, a matemática colabora positivamente para a formação em administração no sentido de contribuir para o desenvolvimento de uma perspectiva lógico-racional dos alunos na análise de fenômenos e problemas inerentes à administração. Intermediados pelo emprego de conhecimentos e procedimentos matemáticos, cuja natureza é de caráter lógico e racional, os

estudantes poderão desenvolver esse modo de vista em relação àquilo que analisam.

Além do perfil desejado, a Resolução também apresenta as competências e habilidades que um curso de administração deve desenvolver nos alunos. O artigo 4º da resolução CNE/CES nº 4/2005 coloca que o curso superior em administração deve possibilitar a formação de um profissional que revele, pelo menos, as seguintes competências e habilidades:

- I. reconhecer e definir problemas, equacionar soluções, pensar estrategicamente, introduzir modificações no processo produtivo, atuar preventivamente, transferir e generalizar conhecimentos e exercer, em diferentes graus de complexidade, o processo da tomada de decisão;
- II. desenvolver expressão e comunicação compatíveis com o exercício profissional, inclusive nos processos de negociação e nas comunicações interpessoais ou intergrupais;
- III. refletir e atuar criticamente sobre a esfera da produção, compreendendo sua posição e função na estrutura produtiva sob seu controle e gerenciamento;
- IV. desenvolver raciocínio lógico, crítico e analítico para operar com valores e formulações matemáticas presentes nas relações formais e causais entre fenômenos produtivos, administrativos e de controle, bem assim expressando-se de modo crítico e criativo diante dos diferentes contextos organizacionais e sociais;
- V. ter iniciativa, criatividade, determinação, vontade política e administrativa, vontade de aprender, abertura às mudanças e consciência da qualidade e das implicações éticas do seu exercício profissional;
- VI. desenvolver capacidade de transferir conhecimentos da vida e da experiência cotidianas para o ambiente de trabalho e do seu campo de atuação profissional, em diferentes modelos organizacionais, revelando-se profissional adaptável;
- VII. desenvolver capacidade para elaborar, implementar e consolidar projetos em organizações; e
- VIII. desenvolver capacidade para realizar consultoria em gestão e administração, pareceres e perícias administrativas, gerenciais, organizacionais, estratégicos e operacionais. (BRASIL, 2005b, p.2).

Levando-se em consideração as competências e habilidades anteriormente elencadas, é possível perceber que o ensino de matemática pode contribuir na formação do administrador com o desenvolvimento de pelo menos seis delas, segundo os itens I, III, IV, VI, VII, VIII.

A habilidade exposta no primeiro item envolve, em sua essência, um procedimento utilizado na matemática para resolver problemas. Independentemente do assunto estudado, é necessário usar a análise lógico-racional, que,

consequentemente, contribuirá para desenvolver o pensamento estratégico; é preciso reconhecer e definir o problema a ser analisado em um complexo contexto sociocultural da realidade física. Uma vez definido o problema, o próximo passo envolve o reconhecimento das variáveis relevantes à problemática investigada; a partir desse momento, a matemática apresenta-se como um poderoso e eficiente campo de análise do fenômeno ou do problema, por meio de sua matematização, em busca da generalização do conhecimento estudado e da transferência dele para outros contextos. A análise da solução do problema é, portanto, imprescindível para a tomada de decisões de um administrador mediante o contexto explorado.

As habilidades expostas no terceiro, sétimo e oitavo itens envolvem a utilização da análise matemática de forma implícita, tendo em vista que o desenvolvimento do pensamento lógico-racional suscita: a reflexão acerca do objeto estudado; a análise crítica das reflexões produzidas tanto na esfera teórica quanto empírica; e a elaboração e a implementação dos projetos produzidos de forma eficiente. Uma vez que a evolução desse pensamento seja de fato alcançada, ele pode contribuir para a formação da competência e para a realização de ações previstas no oitavo item, as quais são específicas da área de administração.

A habilidade constante no item sete pode ser auxiliada pela análise matemática por meio do desenvolvimento da competência de matematização aplicada aos contextos explorados nos fenômenos cotidianos. Essa competência pode promover o desenvolvimento da sexta habilidade no administrando, de forma a propiciar o reconhecimento e a transferência de conhecimentos existentes nos fatos cotidianos, já adaptados em modelos organizacionais, para seu campo profissional.

Com relação à quarta habilidade, a análise matemática contribuirá integralmente e de forma explícita para o seu desenvolvimento.

Como é possível notar, muitas habilidades exigidas para um administrador necessitam de uma análise matemática lógico-racional, para que o administrando torne-se competente no exercício de sua profissão. Disso decorre a importância do ensino e da aprendizagem da matemática na formação do administrador. É importante lembrar que, na história da sistematização do curso de administração no Brasil, desde o princípio, a matemática fez-se presente, o que reforça o grande valor dessa área para a formação no curso.

Em comparação com outros países que possuem cursos de administração há 130 anos, pode-se afirmar que a história do desenvolvimento e da

sistematização do curso de administração no Brasil é recente, pois as sementes das ideias que fundamentam essa área foram plantadas há 80 anos.

Após conhecer a história do curso de administração, o item 3.2.4 trará o estado da arte das principais instituições de ensino superior desse curso. O objetivo desse item é conhecer alguns aspectos dessas instituições como ensino, metodologias, entre outros, que fundamentos suas atividades.

3.2.4 Estado da Arte das Principais Instituições de Ensino Superior de Administração

Em escala mundial, existem, atualmente, muitas instituições que oferecem cursos de administração. Todavia, algumas se ressaltam em virtude da tradição que mantêm e, principalmente, pelos trabalhos que desenvolvem. Entretanto, como saber quais são as instituições que oferecem os melhores cursos nessa área?

O Financial Times¹⁴, também reconhecida como FT, com sede no Reino Unido, é um importante jornal de circulação internacional – lido por líderes empresariais – considerado uma das melhores fontes de informações da União Europeia. O jornal apresenta amplo alcance, sendo publicado no Reino Unido, nos Estados Unidos, na Ásia, na Europa e na África.

Ele realiza, anualmente, um levantamento para avaliar as instituições de ensino que oferecem os melhores cursos de *Global MBA* – mestrado em administração de negócios, educação de executivos, mestrado em gerenciamento, MBA executivo, escolas europeias de negócios. Os critérios adotados para a realização do levantamento são apresentados juntamente com o resultado da pesquisa.

Entre esses cursos o escolhido para ser analisado foi a educação de executivos, por levar em consideração o curso superior de estudantes na área da

¹⁴ Fonte: <<http://www.ft.com/home/us>>. Consultado em 04.01.2011.

administração, tendo em vista que as outras são referentes à pós-graduação ou à análise de uma região geográfica, como as escolas europeias de negócios.

No levantamento estatístico da educação de executivos¹⁵, realizado pelas instituições de ensino e pelos alunos ingressos e egressos, foram considerados diversos critérios¹⁶, os quais foram apresentados no anexo B. Entre eles: a preparação que envolve o grau de interação do estudante com a instituição e com o programa; o quadro de docentes especialistas que as instituições possuem; o emprego de materiais pedagógicos adequados e contemporâneos aliados ao rigor acadêmico e à relevância prática; a qualidade de ensino ofertada pelos professores da instituição; o incentivo que o curso oferece às novas formas de pensar, promovendo uma formação que proporcione aprendizagem e competência profissional; acompanhamento da carreira dos egressos; alcance dos objetivos acadêmicos e empresariais; qualidade de alimentação e alojamento ofertados pela instituição; facilidade de acesso a ensino de qualidade, alojamento, informática, biblioteca e instalações oferecidos pela instituição; custo do curso; utilização futura da instituição pelos egressos; quantidade de alunos estrangeiros; participação de estudantes estrangeiros em programas personalizados; programas personalizados empregados em outros países; parceria com outras instituições; e diversidade de nacionalidade e gênero entre os professores.

O *ranking* de 2010 apresenta a classificação das 65 instituições que melhor contemplam os critérios acima elencados, das quais a primeira colocada é a Duke Corporate Education¹⁷. O estabelecimento de ensino foi fundado em 2000, sua pedagogia fundamenta-se na integração entre a teoria e a prática, tendo em vista que ele apresenta uma variada rede de educadores, utiliza a diversidade metodológica, defendendo que há uma metodologia de trabalho apropriada para cada contexto complexo explorado, bem como a combinação de diferentes métodos de trabalho.

A segunda colocada é a School of Management (HEC)¹⁸, de Paris, fundada no ano de 1881, na França. Entre os objetivos da HEC estão o incentivo à reflexão, bem como a formação em sintonia com os acontecimentos nacionais e internacionais da economia e de gestão administrativa; promoção de intercâmbios e

¹⁵ Anexo A.

¹⁶ Anexo B.

¹⁷ Informações obtidas na página eletrônica <<http://www.dukece.com/>>. Acessada em 04.01.2011.

¹⁸ Informações obtidas na página eletrônica <<http://www.hec.edu/>>. Acessada em 04.01.2011.

parcerias com outros países, de modo a garantir uma abordagem multicultural de ensino; efetivo envolvimento com empresas, de forma a promover a integração entre a teoria e a prática, além do uso de métodos inovadores e de tecnologia de ponta.

Na terceira colocação, aparecem duas instituições, a Harvard Business School¹⁹ e a Esade Business School²⁰. A primeira delas, fundada em 1908 nos Estados Unidos, tem promovido a educação de grandes líderes espalhados pelo mundo, fundamenta-se em ações que levam em consideração as exigências interdisciplinares das situações reais, buscando utilizar métodos que oportunizem o desenvolvimento de habilidades administrativas. Já a outra foi criada em 1958, na Espanha. Atualmente, ela possui *campus* em Barcelona, Madrid e Buenos Aires, apresentando como missão promover a formação científica, social e humana dos alunos com o intuito de que eles alcancem um elevado nível de conhecimento profissional aliado à responsabilidade de promover uma sociedade integrada a um contexto de diálogo intercultural amplo.

O quinto colocado é o International Institute for Management Development (IMD)²¹, fundado em 1990 na Suíça. O IMD procura estar sempre na vanguarda das melhores instituições de ensino superior em administração, ofertando um enfoque prático de investigações de circunstâncias e problemas reais em sala de aula, de maneira a contemplar a complexidade do mundo no desenvolvimento de seus projetos.

O sexto lugar é ocupado pelo Center for Creative Leadership, fundada em 1970. O centro busca promover a compreensão, a prática e o desenvolvimento da liderança e da investigação em benefício da sociedade mundial. Sua meta é criar líderes de sucesso.

O sétimo colocado é a Cranfield School of Management. Criada há mais de 40 anos, a instituição tem ajudado indivíduos e empresas a transformarem o conhecimento em ação. Para promover essa mudança, a instituição oferece pesquisas de ponta, cursos de pós-graduação, programas para aprimoramento de gerência e de customização de empresas.

¹⁹ Informações obtidas na página eletrônica < <http://www.hbs.edu/>>. Acessada em 04.01.2011.

²⁰ Informações obtidas na página eletrônica <<http://www.esade.edu/web/esp/>>. Acessada em 04.01.2011.

²¹ Informações obtidas na página eletrônica <<http://www.imd.ch/>>. Acessada em 04.01.2011.

O oitavo lugar é compartilhado pelo Insead²² e pela Fundação Dom Cabral²³. Fundada em 1957, o Insead possui a missão de promover um ambiente de aprendizagem não dogmático, envolvendo as diferentes ideias e culturas existentes, com o intuito de ajudar a transformar o mundo por meio da educação, expandindo as fronteiras do pensamento acadêmico e empresarial por meio da integração entre a teoria e a prática e usando diferentes métodos de ensino e investigação. Já a Fundação Dom Cabral, criada em 1976, apresenta como missão contribuir para o desenvolvimento sustentável da sociedade mediante a educação e a capacitação de executivos, empresários e empresas, primando pela independência intelectual e ética, integrando a teoria à prática. Essa fundação promove, por meio do diálogo, o desenvolvimento de executivos, empresários e empresas na busca de soluções educacionais integradas e que podem ser encontradas na própria organização. A Fundação Dom Cabral também alcançou a primeira colocação no *ranking* das 20 melhores escolas de educação executiva na América Latina. A publicação desse *ranking* foi feita pela revista AméricaEconomia²⁴, na edição de novembro de 2010. Essa pesquisa leva em consideração a força da oferta de programas, a qualidade do corpo docente, a cobertura de clientes e a rede internacional da instituição.

Na décima colocação, está a University of Pennsylvania: Wharton School²⁵, fundada em 1881, nos Estados Unidos. A escola emprega uma pedagogia de múltiplos métodos de ensino, de modo a garantir a aprendizagem dos conceitos apresentados no programa segundo uma abordagem interdisciplinar que procura integrar teoria e prática.

Outra instituição brasileira aparece em décimo terceiro lugar nesse *ranking*, a Ibmecc²⁶ - São Paulo, fundada em 1987. A Ibmecc – São Paulo possui compromisso com o ensino e a geração do conhecimento nas áreas de negócios e economia, conforme um rigor acadêmico e uma abordagem pragmática, aliando também a teoria à prática.

²² Informações obtidas na página eletrônica <<http://www.insead.edu/home/>>. Acessada em 04.01.2011.

²³ Informações obtidas na página eletrônica <<http://www.fdc.org.br/pt/Paginas/default.aspx>>. Acessada em 04.01.2011.

²⁴ Página eletrônica <<http://americaeconomia.com.br/>>. Acessada em 04.01.2011.

²⁵ Informações obtidas na página eletrônica <<http://www.wharton.upenn.edu/>> Acessada em 04.01.2011.

²⁶ Informações obtidas na página eletrônica <<http://www.insper.org.br/graduacao>>. Acessada em 04.01.2011.

Embora a Fundação Getúlio Vargas²⁷ não apareça no *ranking*, ela apresenta-se como uma das instituições de nível superior de grande importância, tanto no cenário nacional quanto internacional. Fundada em 20 de dezembro de 1944, tem como missão ampliar as fronteiras do conhecimento na área das ciências sociais e afins mediante uma formação que promova a produção e a sistematização de ideias que contribuam para um efetivo desenvolvimento socioeconômico do país, bem como de sua inserção no contexto internacional.

A proposta pedagógica dessa fundação apresenta o currículo composto por disciplinas pertencentes às áreas de administração, economia, matemática, ciências humanas e computação. Além disso, sua abordagem metodológica integra o enfoque conceitual com a aprendizagem de aplicativos, segundo uma visão interdisciplinar que possibilite a formação de administradores pensantes, criativos, flexíveis, capazes de romper paradigmas e que apresentem uma visão global do complexo contexto sociocultural hodierno.

Conhecendo o perfil dessas doze instituições, mesmo que de modo sucinto, é possível reconhecer a existência de alguns pontos comuns entre elas, como a integração entre a teoria e a prática; a oferta de uma formação que proporcione reflexão ao aluno ingresso na área da administração quanto à análise crítica e à autonomia de pensamento qualitativo e quantitativo, com vistas a auxiliar a tomada de decisões; a possibilidade e a necessidade de se trabalhar interdisciplinarmente com o intuito de aproximar o estudante, cada vez mais, do contexto real físico, o qual, por sua vez, apresenta-se com alto grau de complexidade.

Conhecer as características do campo da administração das instituições de ensino que ocupam os primeiros lugares em *rankings* na área de educação executiva, tanto na esfera mundial, como na América Latina, contribui positivamente para este trabalho, no sentido de ratificar a sua fundamentação teórica. Isso porque este estudo aborda questões relativas à complexidade, à interdisciplinaridade e, principalmente, ao desenvolvimento do pensamento quantitativo e à necessidade do conhecimento matemático integrado às análises quantitativas e qualitativas, relativas a questões ligadas ao âmbito da administração.

²⁷ Informação obtida na página eletrônica <<http://www.fgv.br/fgvportal/>>. Acessada em 04.01.2011.

O conhecimento dessas características reforça, assim, a relevância da produção de propostas pedagógicas de ensino de matemática que estejam integradas às questões complexas e interdisciplinares da realidade física para cursos de administração.

Em se tratando da produção científica no campo da administração, no ano de 2008, foi publicada uma pesquisa que analisou o progresso da produção científica nessa área em âmbito nacional, apresentando a contribuição dos principais centros de pesquisas. Essa investigação foi realizada em quatro revistas nacionais impressas “A”, no período de 2002 a 2006 (cinco anos), seguindo a divisão de áreas adotada pelo EnAnpad como critério de classificação dos artigos. As revistas pesquisadas foram: a Revista de Administração de Empresas (RAE), da Eaesp-FGV; a Revista de Administração, da Universidade de São Paulo (Rausp), da FEA-USP; a revista Organizações & Sociedade (O&S), da Universidade Federal da Bahia (UFBA); e a Revista de Administração Contemporânea (RAC), da Anpad.

A tabela 3 da pesquisa analisada apresenta o *ranking* geral de produção científica em administração de empresas no Brasil, por área de conhecimento, como apresentado de forma sintética no quadro 7.

POSIÇÃO	INSTITUIÇÃO	PERCENTUAL
1	FEA-USP	12 %
2	FGV-EAESP	8%
3	UFRGS	8%
4	UFBA	6%
5	FGV-EBAPE	5%
6	EXTERIOR	4%
7	UNB	4%
8	UPM	4%
9	UFMG	4%
10	UFRJ	3%
11	PUC-RJ	3%
12	UNISINOS	3%
13	UFPE	2%
14	PUC-MG	2%
15	UFPR	2%
16	UFLA	2%
17	FEA-USP-RP	2%
18	USSC	1%
19	PUC-PR	1%
20	IBMEC-RJ	1%
21	UFRN	1%
22	IBMEC-SP	1%

23	UFSCAR	1%
24	PUC-RS	1%
25	UEM/UEL	1%
26	UNICAMP	1%
27	UNIVALI	1%
28	UFV	1%
29	UNICEMP	1%
30	UNIP	1%

Quadro 7 – *Ranking* da produção científica em administração de empresas no Brasil

Fonte: Adaptado de Wood Jr e Chueke (2008, p. 22-23).

Analisando esse quadro, nota-se que a FEA-USP encontra-se em primeiro lugar no *ranking*, com 12% do total de artigos publicados, sendo que as cinco primeiras colocadas publicaram juntas 39% dos artigos. Wood Jr. e Chueke (2008), com a intenção de estabelecer uma analogia entre a produção nacional e internacional argumentam que

Enquanto a FEA-USP, primeira colocada, publica aproximadamente quinze artigos por ano nas revistas analisadas; a UFRJ, décima colocada, publica apenas quatro artigos por ano; [...] no *ranking* norte-americano, a University of Pennsylvania (The Wharton School), primeira colocada, publica sessenta artigos por ano; a Stanford University (Graduate School of Business), décima colocada publica trinta artigos por ano. (WOOD JR; CHUEKE, 2008, p. 28).

Outro fator relevante a ser considerado refere-se ao fato de que as instituições mais tradicionais do país, no que tange à oferta de cursos de pós-graduação em administração de empresas, são as primeiras colocadas.

Como visto, a produção científica das instituições nacionais mostra-se tímida, comparada à produção internacional, sem contar a baixa produtividade principalmente de instituições menos tradicionais. O programa UEM/UEL aparece no vigésimo quinto lugar, publicando em torno de 1% dos artigos pesquisados.

Em breve análise, é possível notar a carência de pesquisas científicas de qualidade no âmbito nacional na área de administração, haja vista que a produção de artigos científicos resulta dessas pesquisas. Fachin e Rodrigues (1998), há alguns anos, já apontavam para esse quadro.

É na análise dos critérios de avaliação da produção científica em administração no Brasil [...] que se constata o ainda pouco consenso sobre o que é considerado de *alta qualidade* ou *conhecimento*

relevante. Diferentemente de outras áreas das ciências sociais e humanas, a produção de conhecimento em administração é, geralmente, aberta a diferentes paradigmas e diferentes abordagens metodológicas, o que ainda uma vez nos remete à necessidade das “conversações” tão insistentemente referidas neste texto. (FACHIN; RODRIGUES, 1998, p. 101 – grifos do autor).

Embora essa pesquisa tenha ocorrida entre 2002 e 2006 e considerando que, desde então, ocorreram mudanças, é inegável que sua existência atua como um parâmetro para balizar o desenvolvimento da produção científica das instituições de nível superior no campo da administração, apontando para a necessidade imperativa de programas científicos de qualidade, dos quais poderão surgir, por conseguinte, mais produções científicas de qualidade.

3.3 MATEMÁTICA

A busca pela compreensão do universo tem exigido da humanidade o conhecimento mais completo possível sobre a natureza e os fenômenos que a cercam. Esse contexto tem requerido constantes investigações que esclareçam o *que são, como ocorrem e por que ocorrem* tais fenômenos. Nesse sentido, Caração argumenta que

Quanto mais alto fôr o grau de *compreensão* dos fenômenos naturais e sociais, tanto melhor o homem se poderá defender dos perigos que o rodeiam, tanto maior será o seu domínio sobre a Natureza e as suas forças hostis, tanto mais facilmente ele poderá realizar aquele conjunto de actos que concorrem para a sua segurança e para o desenvolvimento da sua personalidade, tanto maior será, enfim, a sua *liberdade*. (CARAÇÃO, 1958, p. 64 – grifos do autor).

Diversos são os caminhos que podem conduzir a humanidade à compreensão do universo, no entanto, alguns oferecem maior grau de explicação, correspondência empírica e também alta capacidade preditiva, como a análise lógico-racional da matemática.

Essa ciência formal, estabelecida há milênios e sistematizada ao longo da história da humanidade, tem contribuído de forma decisiva para a sistematização e evolução de diversas áreas do conhecimento, sejam elas

pertencentes às ciências da natureza, às ciências sociais, às ciências humanas, entre outras. Mas o que é matemática?

Em sua essência etimológica, a palavra matemática é composta por duas outras,

MATEMÁ		TICA
MATHEMA		TECHNÈ
Aprender ou Conhecer		Arte ou Técnica

Figura 18 – Matemática
Fonte: do autor

Portanto, em sua etimologia, essa ciência formal pode ser compreendida como sendo a “arte de aprender”. De forma complementar, pode-se acrescentar que matemática corresponde à arte de aprender sobre as questões do universo, segundo um pensamento lógico-racional.

A seguir discutiremos como se dá a formação desse pensamento.

3.3.1 Conhecimento Matemático

Há diversas pesquisas que tratam da formação do conhecimento matemático, entre elas os estudos desenvolvidos por Piaget (1896-1980). De acordo com Kamii (1991), o autor conceitua número como sendo uma estrutura mental construída pela criança a partir de sua capacidade natural de pensar. Desse modo, conclui-se então, que a ideia de número não se ensina, porém ela pode ser aprendida naturalmente por meio da abstração reflexiva, a qual envolve a construção da relação entre os objetos. Por exemplo, a percepção de diferença entre dois objetos é estabelecida mentalmente, pois é algo que não existe nos objetos físicos.

Enquanto a ideia de número é aprendida naturalmente, outros conhecimentos matemáticos necessitam ser ensinados por meio das mais variadas metodologias e contando com a utilização de diferentes estratégias de ensino. Tais afirmações levam a alguns questionamentos: o que é conhecimento matemático e como ocorre sua formação?

Fundamentado no conceito de conhecimento, apresentado no item 3.1 deste capítulo pelo pesquisador Ernest (1991, p. 3), o próprio autor argumenta que “o conhecimento matemático é composto por um conjunto de proposições, juntamente com suas provas”.

Em consonância com esses conceitos, o presente projeto busca, também, investigar a constituição do conhecimento matemático mediante a compreensão epistemológica das respostas de determinadas questões, tais como: É possível admitir que o conhecimento matemático seja somente aquele produzido por matemáticos? É possível considerar a existência de conhecimento matemático produzido por não-matemáticos? De um ponto de vista epistemológico, o conhecimento matemático dos matemáticos é superior ao conhecimento matemático dos não-matemáticos? E mais, é possível estabelecer uma diferença entre esses dois tipos de conhecimentos?

Nesse sentido, Lins (2004, p. 93) comenta que “[...] há um considerável estranhamento entre a Matemática acadêmica (oficial, da escola, formal, do matemático) e a Matemática de rua”. Esse estranhamento, de acordo com o autor, é construído por processos de produção de significados. Mas, o que se pode entender por significado? O autor argumenta que o “[...] significado de um objeto é aquilo que se pode e efetivamente se diz de uma coisa (assim, um objeto) no interior de uma atividade.” (LINS, 2004, p. 114).

Assim, o significado que se atribui ao conhecimento matemático instituído por meios científicos lógico-rationais, contando com uma linguagem própria e reconhecido no âmbito acadêmico, confere a ele o status de conhecimento científico produzido pelos matemáticos. Já o significado designado ao conhecimento produzido por pessoas que não são matemáticos, em seus afazeres cotidianos, desprovido de investigações racionais e não ratificado pela comunidade científica, lhe adjudica o estado de conhecimento constituído por não-matemáticos. É basilar salientar que nesta pesquisa ambos os conhecimentos são reconhecidos, desconsiderando qualquer tipo de juízo de valor entre eles.

No âmbito educacional, tanto a aceitação abrangente do conhecimento matemático produzido fora ou dentro da academia como o reconhecimento da não superioridade entre tais conhecimentos contribuem para a aprendizagem da matemática, na qual o ponto de partida é, exatamente, o conhecimento prévio não-matemático que alunos trazem consigo e que foi desenvolvido ao longo de sua existência.

O conhecimento matemático vem sendo construído desde o início da história da humanidade. De acordo com pesquisadores da história da matemática, como Katz (2009), Smoryński (2008), Burton (2007), Fink, Beman e Smith (2007), Hodgkin (2005), Cajori (1993) e Boyer (1974), é plausível conjecturar – com base em vestígios de materiais antigos, como os papiros do antigo Egito ou os tabletas de argila encontrados na Mesopotâmia – que a humanidade tem criado meios para o controle e o registro de seus bens, com o intuito de compreender a natureza que a cerca.

Fundamentado nos referenciais da história da matemática, anteriormente citados, nota-se que o conhecimento matemático iniciou de modo vinculado a fenômenos da realidade física e social, como medições de terras, construções de moradias, entre outros. Contudo, o desenvolvimento da matemática tomou caminhos bastante diferentes desse apresentado, realizando a idealização e formalização de seus objetos em um campo no qual a abstração e o raciocínio lógico predominam destituídos de qualquer vínculo empírico.

Para Husserl (1970), segundo Luccas e Batista (2010a), a origem das idealizações é a abstração. Baseada nessa ideia, Bicudo (2010, p. 38) comenta que a idealização exige que

[...] o percebido em perfis reunido pela abstração, desdobrado em síntese intencional, seja mantido numa materialidade não fixa que assegure sua existência objetiva. Essa materialidade em movimento é propiciada pela linguagem e tradição, uma vez que essas carregam consigo possibilidades de compreensões e interpretações, de abertura para o passado e para o futuro, e, no presente, de ações que desencadeiam a constituição de novos objetos.

A formalização, introduzida na teoria formal pelo matemático David Hilbert (1862- 1943), segundo Burton (2007, p. 703), compreende a axiomatização simbólica completa de um sistema, na qual é incorporado, um sistema lógico, regido

por símbolos e regras. Essas regras “[...] consistem num certo conjunto de fórmulas iniciais envolvendo os símbolos, os axiomas e certas regras de inferência explicitamente determinando como fórmulas assertivas são construídas.”

Contrariamente a essa linha de pensamento, a abordagem quasi-empiricista, segundo Tymoczko (1998, p. 49), apresenta a produção da matemática como resultado de um produto social. O pesquisador argumenta que o quasi-empiricismo é “uma abordagem que enfatiza tanto a prática matemática quanto a conexão natural entre a matemática e a ciência natural”.

O formalismo e o quasi-empiricismo constituem linhas de pensamento da filosofia da matemática preocupadas com o estudo do conhecimento matemático. Nesse sentido, a educação matemática também apresenta abordagens e teorias que buscam investigar a atividade matemática voltada, principalmente, aos processos de ensino e de aprendizagem desse conhecimento. Entre as teorias, a educação matemática realística tem desenvolvido diversas pesquisas, já balizadas pela comunidade científica, concernentes ao processo de matematização desenvolvido pelo aluno (TREFFERS; GOFFREE, 1985).

Fundamentada nas ideias de Freudenthal (1973), a educação matemática realística surgiu em 1970, compreendendo uma teorização educacional de domínio específico para a educação matemática. Segundo Heuvel-Panhuizen (2003), essa teorização defende que a aprendizagem matemática ocorre por meio da aplicação de conceitos e procedimento matemáticos em situações do mundo físico que apresentem significado ao aprendiz. Essa aplicação se efetiva por intermédio da matematização, a qual Freudenthal (1973) considera como a característica mais importante da atividade matemática. Mas o que vem a ser a matematização?

As raízes da matematização, de acordo com Vargas (1996), podem ser encontradas entre os registros mais antigos de atividade matemática. Embora a matematização já estivesse presente na atividade matemática há séculos, como nos trabalhos desenvolvidos por Pitágoras (570 a.C.- 496 a.C.), Ptolomeu (90-168), entre outros, sua sistematização no campo da ciência deu-se no início no século XVII com os trabalhos desenvolvidos por estudiosos como Copérnico (1473-1543), Galileu (1564-1642), Descartes (1596-1650), Newton (1642-1727), Lagrange (1736-1818), Laplace (1749-1827), entre outros. Esses pesquisadores buscavam a compreensão da natureza por meio de sua matematização, investigando meios de ajustar suas

teorias aos fenômenos físicos por intermédio uma matematização da natureza física. A esse respeito, Vargas comenta:

Simultaneamente, com o aparecimento do conhecimento teórico grego aparece um processo que veio a moldar a forma das ciências da natureza. É o que se poderia chamar de *matematização da natureza*. Com Pitágoras e seus seguidores surgiu a fecunda idéia de que a *arché*²⁸ da natureza, ou seja, o princípio do qual brotam todas as coisas e a ele reverterem, é o número. Isto é, o que é permanente, unitário, verdadeiro e, portanto, inteligível sob as aparências enganosas dos fenômenos, são suas proporções harmoniosas, expressas em números. Em outras palavras, a realidade vista pela teoria (*theoren*, em grego, significa ver) são as harmonias que governam o mundo, desde o movimento dos planetas até o som das cordas de lira (VARGAS, 1996, p. 250 – grifos do autor).

O processo de matematização da natureza foi fundamental para o desenvolvimento de diversas áreas do conhecimento, como ratifica Batista: “A matematização da Física exerce um papel inquestionável para o alcance e a estabilidade de suas teorias, contribuindo para a sua cognoscibilidade, intersubjetividade e universalização.” (BATISTA, 2004, p. 468).

Reflexões a respeito da matematização conduziram a uma análise investigativa fundamentada, principalmente, nos referenciais de Freudenthal (1973), Lange Jzn (1987), Treffers e Goffree (1985) e Van den Heuvel-Panhuizen (2003) – os quais desenvolvem pesquisas envolvendo a matematização na *educação matemática realística* – e de Husserl (1970) e Bicudo (2010) – cujas investigações reportam-se à fenomenologia, com intuito de compreender o sentido do conhecimento matemático (LUCCAS; BATISTA, 2010a).

Segundo Heuvel-Panhuizen (2003), o termo “realístico” (da educação matemática realística) é concebido como autenticidade real dos problemas. No entanto, os contextos não são necessariamente restritos a situações do mundo físico, pois o mundo da imaginação, permeado pela fantasia, e, também, o mundo formal da matemática podem ser contextos apropriados para os problemas, desde que sejam reais na mente dos alunos. A educação matemática realística considera o trabalho global desenvolvido pelos aprendizes, possibilitando o acesso aos métodos formais a partir dos informais. Ela não nega o trabalho com os métodos

²⁸ Segundo o dicionário Stanford o termo “arché” é compreendido na metafísica de Aristóteles como princípio.

formais, aliás, enfatiza sua importância, porém destaca que tão importante quanto eles é o desenvolvimento dos métodos informais por parte dos alunos.

Já a fenomenologia, afirma Bicudo (2010), constitui uma escola filosófica fundamentada na “[...] busca do sentido que as coisas que estão à nossa volta, no horizonte do mundo-vida, fazem para nós.” (BICUDO, 2010, p. 26), ou seja, a “[...] fenomenologia pode ser tomada como a articulação do sentido do que se mostra, ou como reflexão sobre o que se mostra.” (BICUDO, 2010, p. 29).

No que se refere à educação matemática, Bicudo (2010) investiga a existência de uma distinção entre a matemática como fato ou enunciado científico e a compreensão do sentido do mesmo.

No primeiro caso, faz sentido trabalhar com a Aritmética e com a Geometria, por exemplo, em termos de linguagem, proposições, métodos de construção, modos de raciocínio indutivos e dedutivos, modos de geração de produtos, modos de operar suas grandezas, análises de semântica, possibilidades de aplicação, e assim por diante. Ou seja, faz sentido ensinar conteúdos, significados semânticos, operações e possíveis aplicações. Essa é uma postura científica, pautada na maneira de se fazer ciência, no caso, Matemática. Ela é o cerne, o fato. No segundo caso, importa buscar o sentido que a Aritmética e a Geometria, com seus modos de ser, faz para a pessoa e o mundo-vida em que ele habita, bem como para aquele da Matemática, da ciência e da tecnologia em geral (BICUDO, 2010, p. 26).

A busca pelo domínio do conhecimento matemático e de seus significados vem se desenvolvendo ao longo da história, a partir de investigações racionais dos objetos específicos da matemática. Mas será que o pensamento matemático e, conseqüentemente, o conhecimento matemático reporta-se somente ao produzido pelos matemáticos e contando com esse tipo de investigação?

Algumas linhas filosóficas como o formalismo, por exemplo, responderiam afirmativamente a tal indagação, porém outras correntes – como a fenomenologia ou a quasi-empiricista e mesmo a educação matemática realística – negariam tal sentença.

A educação matemática realística surge como um contraponto crítico à matemática bourbakiana que tanto difundiu a “[...] utilização enfática da abstração e da generalização não como uma técnica de investigação, mas como uma forma eficaz de organização e apresentação de matemática.” (LANE, 1989, p. 337).

Enquanto os métodos formais são utilizados pelos matemáticos no desempenho de suas atividades, os informais são utilizados por todas as outras pessoas que não são matemáticas, em seus afazeres cotidianos, cada um contando com sua própria lógica. Esses dois métodos envolvem a explicação, negociação, intervenção, discussão, cooperação, esquematização e noção intuitiva. A evolução dos métodos informais caminha no sentido de alcançar os formais.

Então, como fazer com que pessoas que não são matemáticos se apropriem e utilizem os métodos formais em seus afazeres cotidianos?

A resposta para esse questionamento, segundo a educação matemática realística, está no domínio da matematização.

3.3.2 Matematização

Algumas diferentes definições do que vem a ser a matematização são expressas por pesquisadores como Freudenthal (1973, p. 44), que atribui a esse termo um amplo significado e o compreende como sendo a “[...] organização da realidade com significado matemático.”

Já Treffers e Goffree (1985, p. 110) conceituam matematização como “[...] uma atividade de organização e estruturação por meio da qual se adquire conhecimentos e habilidades para descobrir regularidades, conexões, e estruturas ainda desconhecidas.”

Em concordância com essas definições, Husserl (1970) analisou a atividade de matematização a partir dos estudos de Galileu (1564-1642), segundo o qual o grande passo dado pela humanidade foi a matematização do mundo físico por meio da objetivação²⁹ das formas e dos movimentos, obtidas pela aplicação da matemática “[...] para todas as propriedades reais e todas as relações de causalidade reais do mundo da intuição [...]” (HUSSERL, 1970, p. 33).

É relevante salientar que no processo de matematização há domínios do conhecimento científico, por exemplo, a física, na qual as constantes são mais estáveis. Contudo, mesmo nas áreas menos estáveis, como a

²⁹ O objetivismo, segundo Husserl “busca a verdade objetiva do mundo, busca o que, neste mundo, é válido incondicionalmente para todo ser racional” (HUSSERL, 1970, p. 68).

administração, por exemplo, esse processo também pode ser aplicável. Ferraz afirma que é possível chegar “[...] a um grau relativo de objetivação das aparências percebidas discrepantemente por diferentes sujeitos.” (FERRAZ, 2004, p. 12), desde que, como afirma Husserl, se escolha “[...] como medida certas formas empíricas básicas, fixadas concretamente a corpos empiricamente constantes que estão de fato geralmente disponíveis [...]” (HUSSERL, 1970, p. 28).

Fundamentado nesse arcabouço teórico dos pesquisadores Husserl (1970), Freudenthal (1973), Treffers e Goffree (1985), a matematização é concebida neste trabalho como sendo a atividade matemática que possibilita a organização e a estruturação dos fenômenos da realidade física, por meio de uma identificação de regularidades, padrões, relações e, posteriormente, estruturas matemáticas. É pela matematização que a matemática pode chegar ao *status* de ciência formal, tal como é concebida atualmente.

A matematização envolve diversas características, como a análise, a sistematização e a reflexão. Dentre elas, esta última merece destaque. Autores como Lange Jzn (1987), Treffers e Goffree (1985) e Freudenthal (1973) comentam incisivamente que a matematização seria inexistente sem a reflexão. Lange Jzn argumenta que a “[...] reflexão deve ocorrer em todas as fases de matematização” e que ela possibilita a análise de cada atividade desenvolvida nesse processo (LANGE JZN, 1987, p. 44).

Outra característica importante, possibilitada pela matematização, envolve a formação dos conceitos matemáticos, os quais assumem um valor cognitivo relevante no desenvolvimento das atividades, tendo em vista a possibilidade de reflexão e interação social. Nesse sentido, o pesquisador Lange Jzn (1987) afirma que a interação social é fundamental para o desenvolvimento cognitivo dos alunos e que os conflitos conceituais podem não somente motivar os alunos à resolução do problema como também melhorar a compreensão sobre o desenvolvimento de conceitos e, conseqüentemente, levar a uma percepção ajustada do mundo físico.

O contexto de resolução de problemas apresenta-se como um campo frutífero às atividades desenvolvidas pela educação matemática sob uma perspectiva realística. Para Treffers e Goffree (1985), esse contexto possibilita:

- Formação de conceitos: na primeira fase do curso é possibilitado aos alunos o acesso natural e motivador à matemática;
- Formação de modelos: eles oferecem uma firme segurança para a aprendizagem das operações formais, procedimentos, notações, regras, e ao fazê-lo juntamente com outros modelos palpáveis e visuais, pode proporcionar uma função importante como suporte para o pensamento;
- Aplicabilidade: eles descobrem a realidade como fonte e domínio de aplicação;
- Exercer habilidade aritmética específica na aplicação em situações (TREFFERS; GOFFREE, 1985, p. 112).

A matematização, para Treffers e Goffree (1985), ocorre por meio do desenvolvimento de dois componentes: a matematização horizontal e a matematização vertical. De acordo com tais teóricos, “[...] Na matematização horizontal o problema é esquematizado com o intuito de ser manipulado por ferramentas matemáticas.” (TREFFERS; GOFFREE, 1985, p. 100), enquanto que “[...] Na matematização vertical o processamento e a reformulação do problema do mundo real são transformados em matemática [...].”

Treffers e Goffree (1985); Gellert e Jablonka (2007); Schwarz, Dreyfus e Hershkowitz (2008) defendem que esses componentes contribuem para a aprendizagem do conhecimento matemático e ampliação de habilidades matemáticas, atribuindo significado ao cálculo e à operacionalização formais de modo expressivo, inseridos em um rico contexto, sem, contudo, exaltar o formalismo.

Esses componentes, que respondem pelo processo de desenvolvimento da matematização, apresentam alguns tipos de atividades. Lange Jzn (1987) chegou inclusive a especificar algumas que, a seu ver, são desempenhadas em cada componente. Para ele, o processo de matematização horizontal compreende as atividades de:

- identificação da matemática específica em um contexto geral;
- esquematização;
- formulação e visualização de um problema por diferentes modos;
- descoberta de relações;
- descoberta de regularidades;
- reconhecimento de aspectos isomorfos em problemas diferentes;
- transferência de um problema do mundo real para um problema matemático;
- transferência de um problema do mundo real para um modelo de conhecimento matemático (LANGE JZN, 1987, p. 43).

Enquanto que o processo de matematização vertical envolve a:

- representação de uma relação em uma fórmula;
- prova de regularidades;
- refinamento e ajuste de modelos;
- uso de diferentes modelos;
- combinação e integração de modelos;
- formulação de um novo conceito matemático;
- generalização (LANGE JZN, 1987, p. 44).

Há uma relação de interdependência entre a matematização horizontal e a vertical, o que dificulta a separação entre ambas. O progresso da matematização ocorre de forma gradual entre esses dois componentes: o componente horizontal envolve a identificação do(s) objeto(s) matemático(s) presente no contexto do problema, enquanto que a habilidade operacional com tais objetos é implícita ao componente vertical.

Nesse sentido, Barnes e Venter (2008, p. 7) argumentam que

[...] Por meio de um processo de matematização progressiva, os alunos têm a oportunidade de reinventar ideias matemáticas, conhecimentos e procedimentos. Ao fazê-lo os alunos passam pelos referidos estágios da RME³⁰ como a matematização horizontal e vertical.

Já Santamaria (2006, p. 18) comenta que no “[...] processo de matematização horizontal, os alunos generalizam ferramentas matemáticas, que os ajudam a organizar e a solucionar uma situação problemática apresentada em um contexto de vida real.” Assim, ao passo que a matematização vertical constitui

O processo de reorganização dentro do mesmo sistema matemático. Representar uma relação como uma fórmula, provar regularidades, melhorar, ajustar, combinar e integrar modelos, formular um modelo matemático e generalizar são exemplos de atividades da matematização vertical. Por esta razão se diz que a matemática vertical é tomar uma situação matemática e elevá-la a um nível mais alto de abstração. (SANTAMARIA, 2006, p.18).

Assim, os componentes da matematização contribuem com a aprendizagem do conhecimento matemático na medida em que possibilitam, potencialmente, o desenvolvimento de aspectos cognitivos próprios do raciocínio matemático. Isso acontece a partir das atividades como a descoberta de relações e

³⁰ RME corresponde à Educação Matemática Realística.

regularidades, a esquematização de um problema, a generalização dos objetos matemáticos, a produção de modelos matemáticos, a formulação de novos conceitos matemáticos, entre outros.

A ação integrada entre os componentes da matematização, a contextualização e a descontextualização do conhecimento matemático pode criar condições favoráveis na busca pela solução dos fenômenos estudados. Destarte, com o objetivo de ratificar essa afirmação, nos subitens 3.3.2.1.e 3.3.2.2 será apresentada uma análise das contribuições da contextualização e da descontextualização do conhecimento matemático.

3.3.2.1 Contextualização do conhecimento matemático

O conhecimento matemático, que se originou da análise lógico-racional dos mais diversos fenômenos e contexturas histórico-sócio-culturais, alcançou status de ciência formal, na qual a abstração e a idealização são princípios basilares. Desse modo, a teorização, proveniente do conhecimento empírico, quando adequadamente contextualizado, é capaz de produzir teorias e modelos matemáticos possíveis de serem utilizados no mundo físico.

Embora o paradigma da complexidade adote os termos sistema matemático em lugar de objetos matemáticos e organização, para significar estrutura dos objetos matemáticos, neste trabalho serão utilizadas as terminologias de objeto matemático e estrutura, tendo em vista que a matemática é analisada segundo o paradigma da redução.

Mas, o que significa contextualização?

A contextualização compreende o ato de produzir um contexto. Esse, por sua vez, envolve a narrativa de um fenômeno, a partir da interação entre elementos e circunstâncias. A representação desse fenômeno pode ocorrer pelo uso de símbolos, figuras, palavras, frases, gráficos, entre outros.

Para a educação matemática realística, a produção de contextos adequados é essencial na compreensão dos fenômenos a serem estudados. O contexto deve propiciar condições para que a mente humana seja capaz de imaginar, compreender e resolver questões, representando circunstâncias não

somente do mundo físico, mas também do mundo da fantasia (conto de fadas) e do mundo formal da matemática. Na mente do aluno, esses três mundos são reais (HEUVEL-PANHUIZEN, 1996).

Os contextos não precisam necessariamente referir-se, no entanto, às situações da vida real. O ponto importante é que eles podem ser organizados matematicamente e que os alunos podem colocar-se dentro deles. Os alunos devem estar cientes de ambos a situação e o problema correspondente, e devem imaginarem-se na situação. (HEUVEL-PANHUIZEN, 1996, p.13).

Heuvel-Panhuizen (1996), fundamentado nas ideias de Freudenthal (1973), argumenta que a aprendizagem do conhecimento matemático pode ocorrer por intermédio de contextos ricos que demandem organização matemática, isto é, que sejam matematizáveis.

Assim, balizado nesses pensamentos, um contexto pode representar um fenômeno da realidade física ou um fenômeno puramente matemático. O primeiro contexto, cuja natureza é interdisciplinar, constitui-se na narrativa de um fenômeno da realidade física sujeita à investigação científica. Já o segundo, o contexto matemático, apresenta-se desvinculado de qualquer tipo de relação empírica e com características diferenciadas, como uma linguagem simbólico-abstrata própria, uma lógica bem estabelecida e fundamentação ontológica, epistemológica e axiológica sistematizada. Esse contexto é capaz de ofertar estabilidade estrutural a diversos tipos de contextos homólogos, identificados pela similaridade dos elementos e das operacionalizações matemáticas.

Considerando a contextualização no âmbito educacional, há cuidados que devem ser observados, como a produção de contextos adequados e não de contextos simplificados. A elaboração desse último tipo de contexto pode até alterar a estrutura de um conhecimento destinado ao ensino. Assim, para uma produção adequada de um contexto é fundamental o domínio do conhecimento matemático. Contudo, é importante ressaltar que conhecer o objeto de estudo é necessário, porém, não é condição suficiente para que haja essa contextualização e, conseqüentemente, nem para a produção de um ambiente propício ao ensino de matemática. Outros fatores didático-pedagógicos e sócio-culturais também devem ser levados em consideração.

Numa análise matemática, tão relevante quanto a contextualização do conhecimento matemático é a descontextualização do mesmo. Nesta etapa é

possível ter acesso à estrutura do objeto matemático estudado, cujo intuito é garantir o caráter universalizante e não simplista do mesmo.

3.3.2.2 A descontextualização dos objetos matemáticos

A descontextualização, de um modo geral, tem sido vista com cuidado por muitos pesquisadores da atualidade, mesmo sabendo que seu desenvolvimento contribuiu de forma decisiva para a promoção da evolução das ciências. O problema surge quando essa evolução se dá de modo desarticulado de responsabilidades ético-sociais, como têm ocorrido nas últimas décadas gerando sérios danos à Humanidade.

O pesquisador Hugh Lacey (2008) tem considerado a descontextualização, em seus trabalhos, como uma estratégia cuja função principal compreende a restrição de tipos de hipóteses para serem tratadas em projetos de pesquisas; a especificação das explorações possíveis; o desenvolvimento conceitual e o fornecimento de critérios para a seleção dos dados empíricos a serem analisados pelas teorias.

[...] abordagem, privilegiada ao longo do desenvolvimento da ciência moderna (cf. § 2), denomino *abordagem descontextualizada*. Ela incorpora estratégias sob as quais as teorias admissíveis são restringidas de modo que possam representar fenômenos e encapsular suas possibilidades em termos que expressem a legalidade desses fenômenos, portanto, em termos da possibilidade de serem gerados a partir de suas estruturas subjacentes e de seus componentes, processos e interações, ou das leis que os governam. Esse modo de representação dos fenômenos os descontextualiza, dissociando-os de qualquer lugar que possam ter em relação a arranjos sociais, a vidas e experiências humanas, de qualquer ligação com a atividade humana, com valores e qualidades sensoriais, de toda possibilidade que possam assumir em virtude de sua colocação em contextos sociais, humanos e ecológicos particulares. Complementando essas restrições impostas às teorias admissíveis, os dados empíricos são selecionados e reportados por meio da utilização de categorias descritivas que geralmente são quantitativas e aplicáveis em virtude de operações instrumentais, experimentais e de mensuração. (LACEY, 2008, p. 305, grifos do autor).

É nesse sentido sócio-cultural que a descontextualização tem recebido críticas, entretanto, os perigos causados por esse processo resultam do uso inadequado e desprovido de reflexões contextuais sobre o conhecimento inerente às diversas ciências não formais.

Se, para tais ciências, esse processo deve ser visto com atenção, para a ciência formal, é muito bem vindo. Ele possibilita o acesso à *estrutura* dos objetos matemáticos permitindo o reconhecimento da importância da existência da formalização matemática para a sistematização e fundamentação estáveis dos mais diversos campos da ciência, bem como fortalecendo o desenvolvimento do pensamento lógico-racional e abstrato por parte do aluno. Todavia, o que significa descontextualização em matemática?

A descontextualização apresenta os aspectos qualitativos das estruturas estudadas. Ela possibilita o reconhecimento das relações existentes entre as variáveis de determinados contextos e a identificação de grupos de contexto com características análogas, tais como problemas que envolvem as funções exponenciais, funções do 1º grau, funções trigonométricas, funções polinomiais, funções racionais, entre outras. O conhecimento dessas características eleva potencialmente a capacidade de análise de certas situações ou problemas contribuindo relevantemente para a formação do aluno.

A descontextualização, em matemática, compreende um processo contrário à contextualização. Enquanto esta envolve a produção de um contexto que engloba a integração entre um objeto matemático e a narrativa de um fenômeno de outra área de conhecimento, aquela envolve a análise matemática desse contexto com vistas a reconhecer a estrutura do objeto matemático por meio da desintegração entre o objeto e os elementos de outra área, presentes na narrativa do fenômeno explorado. Sendo assim, outra questão vem à tona, como alcançar a identificação dessa estrutura?

Há algumas maneiras para se obter a estrutura dos objetos matemáticos, a análise matemática do contexto de problemas é uma delas. Exemplificando³¹, ao se estudar o objeto matemático função exponencial, é possível explorar problemas cujos contextos envolvam o crescimento populacional C e o crescimento econômico de um montante M . O crescimento populacional C ,

³¹ Esse exemplo é apresentado com mais detalhes em Luccas e Batista (2010a).

analisado em função do tempo³² $C(t)$, com uma população inicial de 800 pessoas e taxa de crescimento de 2%, pode ser expresso pelo modelo³³ $C(t) = 1,02^t + 800$. Já o crescimento econômico M , analisado, também, em função do tempo $M(t)$, com capital inicial de 500 unidades monetárias e taxa de crescimento de 1,7%, pode ser representado pelo modelo $M(t) = 1,017^t + 500$.

Embora os valores dos coeficientes angulares e lineares dos modelos estudados sejam diferentes, e considerando que o um modelo representa uma grandeza discreta e o outro uma grandeza contínua, eles apresentam o mesmo tipo de estrutura, contando com uma relação de dependência entre variáveis, com a presença da potência, entre outros aspectos. Tais regularidades produzem a generalização específica de um tipo de função, conhecida como função exponencial.

A estrutura do crescimento populacional, denominada estrutura matemática 1, possui características idênticas à estrutura da variação do montante composto, denominado estrutura matemática 2.

O reconhecimento dessa estrutura idêntica, presente nos dois exemplares da função exponencial, aponta para o reconhecimento de possíveis características universais desse objeto matemático, como é possível notar na figura 19.

³² Os valores atribuídos às funções foram designados aleatoriamente, a título de exemplificação, tendo em vista que não foram apresentadas problematizações contextualizadas das quais esses valores poderiam se originar.

³³ Os modelos serão conceituados no item 3.3.2.3.

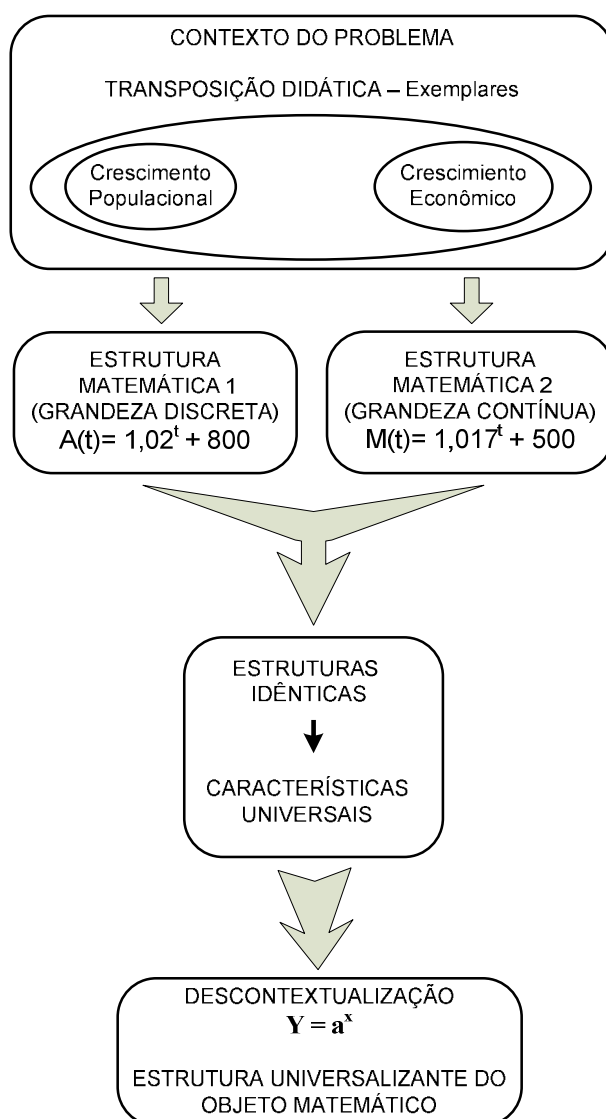


Figura 19 – Do contexto para o descontexto
 Fonte: adaptado de Luccas e Batista (2010a)³⁴

O aspecto fundamental da descontextualização é a identificação da estrutura universalizante dos objetos matemáticos.

Essa estrutura representa uma generalização típica do contexto matemático e, por conseguinte, livre de qualquer vínculo empírico. O estudo ontológico, epistemológico, axiológico e lógico da estrutura dos objetos matemáticos possibilita a investigação conceitual, a delimitação do domínio de existência e a descoberta de propriedades específicas inerentes a cada objeto analisado.

³⁴ Nesse trabalho optou-se por representar a função exponencial sem os coeficientes lineares (800 e 500) presentes nos dois exemplos, já que, usualmente, essa função é representada desse modo.

A percepção e análise de que uma mesma estrutura matemática possa estar presente em diversos exemplares contextualizados permite a compreensão de que um determinado objeto matemático possa ser utilizado universalmente, independentemente do espaço, do tempo, ou mesmo de uma área específica do conhecimento, respeitando a contextualização sócio-temporal do mesmo. Tal análise é reconhecida como característica universalizante do objeto matemático em estudo.

Uma vez caracterizada essa estrutura, pode-se concluir que seu estudo é de suma importância para a ciência, pois a existência e o entendimento das *características universais* dos objetos matemáticos possibilitam o reconhecimento do *caráter estruturante* dos objetos matemáticos e, em um sentido mais amplo, da matemática, em outras áreas do conhecimento.

A exemplo, disso Pietrocola (2002, p. 106) comenta

A Matemática é a maneira de estruturarmos nossas idéias sobre o mundo físico, [...], sua maior importância está no papel *estruturante* que ela pode desempenhar no processo de produção de objetos que irão se constituir nas interpretações do mundo físico.

Portanto, o caráter estruturante da matemática apresenta-se como sendo de fundamental importância para a sustentação de parte ou, até mesmo, da totalidade de algumas áreas do conhecimento científico.

Nesses dois últimos itens foi discutido o processo pelo qual o conhecimento matemático passa, partindo da exploração de problemas contextualizados em direção à descontextualização e identificação do objeto matemático inerente ao fenômeno estudado. Essa discussão é fundamental para a compreensão de situações próprias de diversos campos do conhecimento, bem como para a exploração dos fenômenos que permeiam a realidade física complexa. Todavia, nesta pesquisa, notou-se a ocorrência de outro processo pelo qual o conhecimento pode passar – a recontextualização. Esse procedimento é realizado com o objeto matemático que foi identificado na descontextualização, segundo uma ação interdisciplinar, no qual uma nova contextualização é realizada intencionalmente para esse objeto.

Há diferença entre os processos de contextualização e de recontextualização. No primeiro caso uma contextualização é produzida a partir do estudo de certo fenômeno, sem o conhecimento prévio do objeto matemático

inerente a ele. Já no segundo, uma *nova contextualização* é feita intencionalmente para um objeto de estudo específico que, por sua vez, originou-se em certo contexto. Assim, o que ocorre é uma recontextualização.

A discussão feita até o momento sobre a contextualização, a descontextualização e a recontextualização do conhecimento matemático se fundamenta na estrutura universalizante do objeto matemático, a qual é constituída a partir de generalizações obtidas nas descontextualizações. Todavia, tais generalizações podem ser reconhecidas como modelos que não só as representam, mas também as sistematizam.

3.3.2.3 Modelos

A busca por uma compreensão da interação entre a matemática e as demais ciências passa pelo crivo ontológico, epistemológico, axiológico e lógico. Especificamente nesta pesquisa, procura-se entender como é possível explicar a aplicabilidade da matemática à realidade social.

Essa questão pode ser investigada de diversos modos. Nesta investigação, o entendimento sobre a natureza da matemática e a aceitação da existência de um elemento mediador entre a realidade matemática e a realidade dos fenômenos do mundo físico (BATISTA, 1999), o *modelo* construído, mostram-se relevantes à compreensão da interação interdisciplinar objetivada.

O estudo dos modelos e de sua relação com o conhecimento científico pode ser analisado segundo diferentes abordagens, dentre elas destaca-se a semântica. Essa abordagem vem sendo estudada por diversos pesquisadores, como Dutra (2005), Morgan e Morrison (1999), Batista (1999, 2004), Fraassen (1980) e Suppe (1977) e abrange uma relação direta e necessária entre três componentes: a teoria, os modelos e o mundo (MORGAN; MORRISON, 1999; DUTRA, 2005).

As pesquisadoras Morgan e Morrison (1999) comentam que o uso do termo modelo é empregado com diferentes significados. Em consonância com esse comentário, Suppe (1977, p. 96-97) argumenta que

Um número de diferentes sentidos pode ser atribuído ao ‘modelo’; um deles envolve o sentido de uma interpretação semântica para uma teoria tal que os teoremas da teoria são verdadeiros segundo uma interpretação. É neste sentido que temos empregado modelo até agora.

Assim como Suppe (1977), outros filósofos da ciência, como Fraassen (1980), defendem a interpretação das teorias científicas e dos modelos segundo a abordagem semântica. Neste trabalho, os modelos são interpretados sob essa abordagem.

A matemática, entendida como ciência formal, mostra-se fundamental para a construção de modelos, pois possibilita a formalização abstrato-ideal de contextos empíricos. Nesse sentido, Bassanezi comenta que

O objetivo fundamental do “uso” de matemática é de fato extrair a parte essencial da situação-problema e formalizá-la em um contexto abstrato onde (sic) o pensamento possa ser absorvido com uma extraordinária economia de linguagem. Desta forma, a matemática pode ser vista como um instrumento intelectual capaz de sintetizar ideias concebidas em situações empíricas que estão quase sempre camufladas num emaranhado de variáveis de menos importância. (BASSANEZI, 2002, p. 18 – grifos do autor).

A natureza matemática pode ser analisada por circunstâncias exteriores que marcaram seu desenvolvimento ao longo da história ou pelo desenvolvimento interno de criação e interação entre seus elementos, o que caracteriza uma análise interna (LAKATOS, 1980). Essa segunda análise é a que será explorada neste trabalho.

Essa natureza também pode ser discutida por outras perspectivas, entre elas a do devir e a da aplicabilidade. O termo *devir* é entendido como algo que está em permanente movimento, que pode criar, transformar e dissolver as realidades existentes. Já a segunda perspectiva envolve a compreensão da aplicação da matemática nas demais ciências.

O devir da natureza matemática constitui-se da relação dinâmica entre a estrutura e o suporte. Ladrière (1978) argumenta que é possível conhecer a estrutura que serve de suporte a um determinado objeto, assim como esse objeto atua como suporte temático para essa estrutura. Dessa forma, é possível tematizar uma estrutura.

A concepção formalista defende que a lógica-matemática pode ser analisada por meio do conceito de um sistema formal ou do conceito de estrutura. Explorando o primeiro deles, Ladrière (1978, p. 134) argumenta que “[...] Um sistema formal é uma figura abstrata que consiste em possibilidades de dedução”. Ou seja, esse sistema possibilita criar proposições no âmbito de uma linguagem pré-determinada, de acordo com regras que possibilitem o estabelecimento de relações entre elas.

Os sistemas formais apresentam entidades que possibilitam a constituição das proposições matemáticas, podendo oferecer diferentes representações a essas entidades coordenadas e também diferentes interpretações às proposições segundo um domínio (conjunto de elementos de determinado gênero). Portanto, os sistemas formais apresentam como características sua apresentação, representação e interpretação.

As estruturas constituem-se, também, de elementos essenciais pertencentes à realidade abstrata. Contudo, para Ladrière (1978, p.136) “[...] O ponto essencial é que uma estrutura é apresentada como relativa a um certo (*sic*) suporte, mas a um suporte que fica de certa maneira indeterminado, que em todo caso não intervém enquanto tal na definição da própria estrutura.”. Exemplificando, o autor comenta que é de se esperar que uma relação de ordem (estrutura) ordene os elementos de um determinado conjunto (suporte), sem que a natureza desse conjunto interfira na concepção de ordem.

Tanto o conceito de sistema formal como o de estrutura apresenta os elementos matemáticos como essenciais. Sendo assim, é proeminente saber que eles pertencem ao domínio da formalização matemática. Ladrière (1978) assume que os elementos matemáticos representam um esboço das coisas concretas, existindo como pseudo-objetos, o que lhes possibilita ocupar uma posição intermediária entre o mundo físico e o mundo matemático.

Em consenso com os pensamentos de Ladrière (1978), a respeito do formalismo matemático, Batista (2004) argumenta que ele pode contribuir com a sistematização de novas teorias, afirmando que

O formalismo matemático, [...], é capaz de dar não somente um esquema de cálculo para estudos quantitativos de um fenômeno de natureza qualitativa desconhecida, como também de descrever essa própria natureza qualitativa para a qual nenhum método consistente

de solução quantitativa da equação apropriada ainda existe (BATISTA, 2004, p. 469).

A relação entre as estruturas e os sistemas formais é forte, tendo em vista que “[...] uma estrutura deve ser caracterizada por axiomas e [...] a teoria de uma estrutura, isto é, o conjunto das proposições verdadeiras da estrutura, constitui um sistema formal.” (LADRIÈRE, 1978, p. 136). A diferença entre esses dois tipos de abordagem é que

[...] a abordagem através do sistema formal dá ênfase aos aspectos lingüísticos e lógicos do procedimento, ao passo que a abordagem pela estrutura sugere a existência de uma realidade objetiva que o sistema apenas caracteriza por intermédio de uma certa (*sic*) linguagem. (LADRIÈRE, 1978, p. 136).

Para o autor, ambas as abordagens apresentam uma característica comum, a abstração. Então, como alcançar essa abstração?

De acordo com esse pesquisador, a ideia de modelo pode contribuir efetivamente para se atingir a abstração, já que, a seu ver, a matemática não é uma ciência pronta e acabada, mas constitui-se como uma ciência formal em permanente devir, na qual as estruturas não são reconhecidas prontamente, sendo necessário um constante ir e vir entre o mundo matemático e o mundo da realidade física. Desse modo, o modelo constitui-se um mediador entre esses mundos, apresentando simultaneamente propriedades inerentes a um ente matemático e aos entes pertencentes ao mundo da realidade física.

Para o pesquisador Ladrière (1978, p. 140), a existência dos modelos possibilita a relação entre os mundos supracitados:

[...] Num sentido, o modelo é irreal e, no entanto, em sua organização formal, imita o mundo real. Pressentimos que é por intermédio do modelo que a realidade propriamente matemática poderá ser colocada em relação com a realidade da experiência perceptiva e da práxis.

Os modelos, assim como as estruturas, constituem-se de pseudo-objetos idealizados que atuam como suportes para o estabelecimento das relações inerentes às estruturas. Seus elementos constituem entidades possuidoras de propriedades, que se relacionam entre si e são capazes de realizar operações.

O modelo pode apresentar diferentes funções, se analisado em uma estrutura ou em um contexto de aplicação. Em uma estrutura sua função é a de atuar como exemplificação, ou seja, de possibilitar a apreensão de uma estrutura e de seu funcionamento mais próxima do real, “[...] É um domínio de realização onde (*sic*) a estrutura se faz por assim dizer realidade tangível.” (LADRIÈRE, 1978, p.145).

Já no contexto da aplicação, a função do modelo é a de ser um objeto mediador, ele atua como um esboço esquemático que possibilita a apreensão da estrutura do mundo físico. Essa apreensão obtida por meio da matematização revela a abstração que, embora separe a forma do conteúdo, é capaz de representá-lo.

Até o momento, os modelos foram apresentados como estruturas abstratas que atuam como mediadores entre o mundo matemático e o mundo físico. Sendo assim, como se dá a representação do mundo físico pelos modelos?

Essa apreensão pode se dar por meio da matematização. Em consonância com Ladrière (1978), essa atividade constitui uma reinterpretação do mundo real. Mas por que o termo reinterpretação é utilizado? A primeira interpretação que se faz do mundo real evoca uma linguagem natural destituída de análises estruturais e formais, por isso o autor a denomina de *interpretação natural*. Em uma segunda interpretação, há a presença de uma linguagem matemática e de estruturas formais, isto é, essa reinterpretação constitui o que Ladrière chama de *interpretação construída*.

A passagem da interpretação natural para a interpretação construída consiste em uma esquematização prévia dos modelos, afirma Ladrière (1978). Essa esquematização compreende um processo que envolve o isolamento de aspectos significativos, de áreas específicas e de relações peculiares.

A interpretação é uma característica inerente aos modelos, os quais integram o sistema formal. Contudo, o que é uma interpretação?

Dado um sistema formal, um campo de interpretação constituirá um modelo desse sistema para uma correspondência dada se, mediante essa correspondência, todo teorema do sistema se tornar uma proposição verdadeira para o campo. [...] um modelo é uma espécie de realização concreta do sistema (ou da estrutura por ele caracterizada). Ele mostra a estrutura, dando-lhe por assim dizer um corpo para se manifestar. (LADRIÈRE, 1978, p. 137).

A interpretação possibilita que o modelo cumpra seu papel de mediador entre os mundos matemático e físico, por meio da correlação entre os elementos pertencentes a ambos os mundos.

Existem diversos tipos de modelos que contam com as mais variadas representações, entretanto uma característica comum apresenta-se em todos eles – os modelos constituem instrumentos de investigação e análise da realidade física ou da teórica, ou seja,

Os modelos podem ser objetos físicos, estruturas matemáticas, diagramas, programas informáticos, ou qualquer coisa assim, mas todas elas agem como uma forma de instrumento para investigar o mundo, as nossas teorias, ou até mesmo outros modelos. (MORGAN; MORRISON, 1999, p. 32).

Diversos são os conceitos atribuídos aos modelos, entre eles o do pesquisador Wagner (2002) que os apresenta como sendo interpretações de uma fórmula que a tornam verdadeira, em que L corresponde a uma linguagem formal, F a uma fórmula de L, e I a uma interpretação da linguagem. Diz-se que I é um modelo da fórmula F, se esta fórmula é verdadeira para a interpretação I.

A interpretação a que o pesquisador se refere é fundamental para que o modelo tenha sentido existencial, tanto no contexto da realidade física quanto no matemático. O primeiro deles apresenta vínculo empírico com o mundo dos fenômenos reais existentes fisicamente, já o segundo apresenta-se vinculado a elementos e às relações operacionais existentes no mundo matemático, cuja natureza é abstrata e ideal, e ainda, destituída de vínculos empíricos.

Em concordância com essas ideias, o pesquisador Freudenthal (1994, p. 34) conceitua modelo como sendo “[...] justamente o intermediário indispensável pelo qual muitas vezes uma realidade complexa ou teoria é idealizada ou simplificada, a fim de tornar mais acessível o tratamento formal matemático.”

Assim como Wagner (2002) e Freudenthal (1994), outros pesquisadores também conceituaram os modelos. Por essa razão, é importante dizer que neste trabalho será adotado um conceito que não exclui os supracitados, embora caracterize de forma explícita e epistemológica a relação entre o modelo e o contexto originário, enunciado por Batista (2004, p. 466),

[...] um modelo é uma entidade natural ou artificial, relacionada, de alguma forma, à entidade sob estudo ou a alguns dos seus aspectos. Esse modelo é capaz de substituir o objeto (entidade) em estudo (isto é, de servir como uma “*quasi-entidade*” relativamente independente), e de produzir (sobre essa investigação) certos conhecimentos mediados concernentes à entidade sob estudo.

De acordo com a pesquisadora, esse conceito possibilita que o modelo substitua o objeto em estudo e, conseqüentemente, produza conhecimentos relativos a ele.

Ampliando esse enunciado, Batista (2004) argumenta que, ontologicamente, a construção do modelo estabelece uma conexão entre uma entidade nova e entidades já conhecidas e que, epistemologicamente, essa construção constitui uma relação entre uma explicação emergente com outra já bem estabelecida.

A construção de modelos está associada à existência de alguns fatores, que segundo Batista (2004, p. 467), compreende:

- a correspondência objetiva entre o modelo e o que está sendo modelado;
- um modelo pode figurar como um substituto para o objeto sob estudo (modelo *quasi-objeto*);
- a natureza da imagem e a natureza do objeto no processo de construção-de-modelo formam uma unidade, como aspectos de dois estágios inseparáveis desse processo;
- a função heurística: uma explicação preliminar do fenômeno que não tem qualquer outra explicação na antiga teoria.

Batista (2004) esclarece, também, que a tarefa essencial de um modelo consiste em dar uma interpretação preliminar para um novo fenômeno. Mas, e quando se trata de um fenômeno cuja natureza física é desconhecida?

A linguagem matemática tem sua própria lógica, que é relativamente independente da lógica de um processo físico, possibilitando a construção de um modelo: “[...] tal construção não é feita por analogia, mas por uma extrapolação matemática chamada de método de hipóteses matemáticas.” (BATISTA, 2004, p. 469).

Autores como Batista (2004, 1999), Morgan e Morrison (1999), Martins (2005), Dutra (2005), entre outros, apresentam tipologias variadas para os modelos. Entre os diversos tipos, neste trabalho, serão adotados o *modelo*

matemático contextualizado (adaptado de Luccas e Batista (2010b) e o *modelo matemático tipo-essência* (BATISTA, 2004). A adoção desses modelos se deve ao fato de ambos serem adequados para desenvolver um estudo interdisciplinar do ensino do conhecimento introdutório de matemática voltado ao curso de administração.

3.3.2.3.1 Modelo matemático contextualizado

Os modelos matemáticos contextualizados apresentam uma relação direta e clara com um contexto, podendo este ser matemático ou de um fenômeno da realidade física. Tais modelos podem ser representados de diferentes formas: algebricamente (modelos contextuais ou fórmula), graficamente (representação no plano cartesiano), geometricamente (representação de formas), entre outras.

O modelo matemático contextualizado possibilita uma interpretação inicial da essência de um fenômeno, representada por uma estrutura matemática capaz de identificar as relações quantitativas do contexto analisado. Essa estrutura constitui-se de elementos matemáticos existentes no contexto explorado, subsumida a um sistema lógico determinado (LUCCAS; BATISTA, 2010b).

Esse modelo se aproxima do conceito do modelo lógico-matemático fenomenológico apresentado por Batista (2004). A diferença entre ambos consiste no fato do modelo matemático contextualizado apresentar uma vinculação a um contexto, no qual os entes matemáticos são integrados a elementos inerentes ao contexto analisado. Esse, também, foi o motivo pelo qual o modelo recebeu o nome de *modelo matemático contextualizado*.

A obtenção dos modelos matemáticos contextualizados pode ocorrer por meio da ação interdisciplinar suplementar, proposta por Heckhausen (1972) e apresentada no primeiro capítulo deste trabalho, na qual as variáveis selecionadas na interpretação natural do contexto do problema se relacionam de modo integrado e articulado, por meio da matematização.

A interdisciplinaridade suplementar evoca uma integração teórica entre as áreas em estudo pela correspondência estrutural homóloga entre ambas. Nesse processo, ocorre uma integração entre as variáveis do contexto e os entes

matemáticos, na qual ambos tornam-se imbricados a tal ponto de constituírem uma mescla que apresenta propriedades pertinentes tanto ao contexto do fenômeno investigado quanto ao contexto matemático. O resultado desse processo constitui o modelo matemático contextualizado.

A matematização apresenta-se como um processo que possibilita investigar o contexto do problema e, conseqüentemente, obter modelos. Segundo Lange Jzn (1987), esse processo viabiliza: a identificação de variáveis relevantes, o reconhecimento das relações existentes entre tais variáveis, a percepção de regularidades inerentes à interpretação natural, a criação de modelos matemáticos contextualizados, a percepção e a análise da existência de diferentes modelos matemáticos contextualizados pertencentes a um mesmo domínio e o reconhecimento das similaridades estruturais entre os modelos produzidos.

Além das características supracitadas da matematização, ela também possibilita o acesso a generalizações-padrão, que constituem os modelos matemáticos tipo-essência.

3.3.2.3.2 Modelo matemático tipo-essência

Os modelos matemáticos tipo-essência possibilitam a existência de interpretações tanto das essências quanto das causas do processo físico, de acordo com Batista (2004). Embora a autora analise os modelos no contexto das ciências naturais, especificamente no campo da física de partículas, uma das áreas de mais profunda complexidade de matematização nas ciências empíricas, neste trabalho, em função da relação empiria/matematização, essa análise será aplicada aos domínios das ciências formais aplicadas (LUCCAS; BATISTA, 2010b).

O modelo tipo-essência divide-se em ontológico e em lógico-matemático. O primeiro deles atua como proposições iniciais relativas às características essenciais existentes em determinados domínios. Já o segundo, compreende sistemas compostos por elementos lógico-matemáticos, cuja estrutura apresenta semelhança com as estruturas encontradas na interpretação natural do mundo físico.

O modelo lógico-matemático, por sua vez, divide-se em *modelo lógico-matemático fenomenológico* e *modelo lógico-matemático tipo-essência*.

Para Batista (2004, p. 469), o modelo lógico-matemático fenomenológico pode incluir “[...] modelos gráficos, que não objetivam explicar um processo físico, mas produzem um esquema pictórico conveniente por realizar cálculos e previsões” como é o caso dos diagramas de Feynman. Já o modelo lógico-matemático tipo-essência “[...] produz uma interpretação do processo como um conjunto, não somente incorporando suas relações quantitativas, mas também descrevendo qualitativamente certas relações essenciais de um dado processo ou fenômeno [...]” (BATISTA, 2004, p. 469). Neste trabalho, esse segundo tipo de modelo, o *modelo lógico-matemático tipo-essência*, será assumido de modo sintético como *modelo matemático tipo-essência*.

Em consonância com a diferença estabelecida entre os modelos lógico-matemáticos fenomenológico e o tipo-essência, sistematizados por Batista (2004), a interpretação do modelo matemático contextualizado ocorre segundo relações quantitativas, enquanto que o modelo matemático tipo-essência é interpretado de acordo com relações quantitativas e qualitativas de determinadas relações.

A interpretação dos modelos assumida neste trabalho – modelo matemático contextualizado e modelo matemático tipo-essência – inicia-se com a interpretação natural do mundo físico, passando para uma interpretação construída por meio da seleção de variáveis significativas e de relações inerentes ao domínio explorado, segundo um processo da matematização (LUCCAS; BATISTA, 2010b).

O modelo matemático contextualizado atua como a primeira instância para o alcance dos modelos matemáticos tipo-essência, explorado a partir da interpretação natural, cuja estrutura revela a relação algorítmica estabelecida entre as variáveis. Já o modelo matemático tipo-essência é identificado pela abstração das variáveis próprias à interpretação natural, com existência no mesmo domínio explorado, porém, com estrutura lógico-formal inerente ao mundo matemático (LUCCAS; BATISTA, 2010b).

A obtenção dos modelos inicia-se pela escolha de um fenômeno ou problema a ser investigado, seguida pela tomada de decisão sobre quais variáveis desse fenômeno ou problema devem ser escolhidas em função do objetivo a ser alcançado. Essas escolhas envolvem a redução da ampla contextura complexa do

mundo real físico para uma contextura mais restrita, a da redução. A produção dos modelos matemáticos contextualizado e tipo-essência se dá nessa contextura de redução.

Destarte, fundamentada no arcabouço teórico apresentado até então, essas etapas da produção epistemológica do conhecimento científico podem ser compreendidas segundo o circuito recursivo apresentado na figura 20.

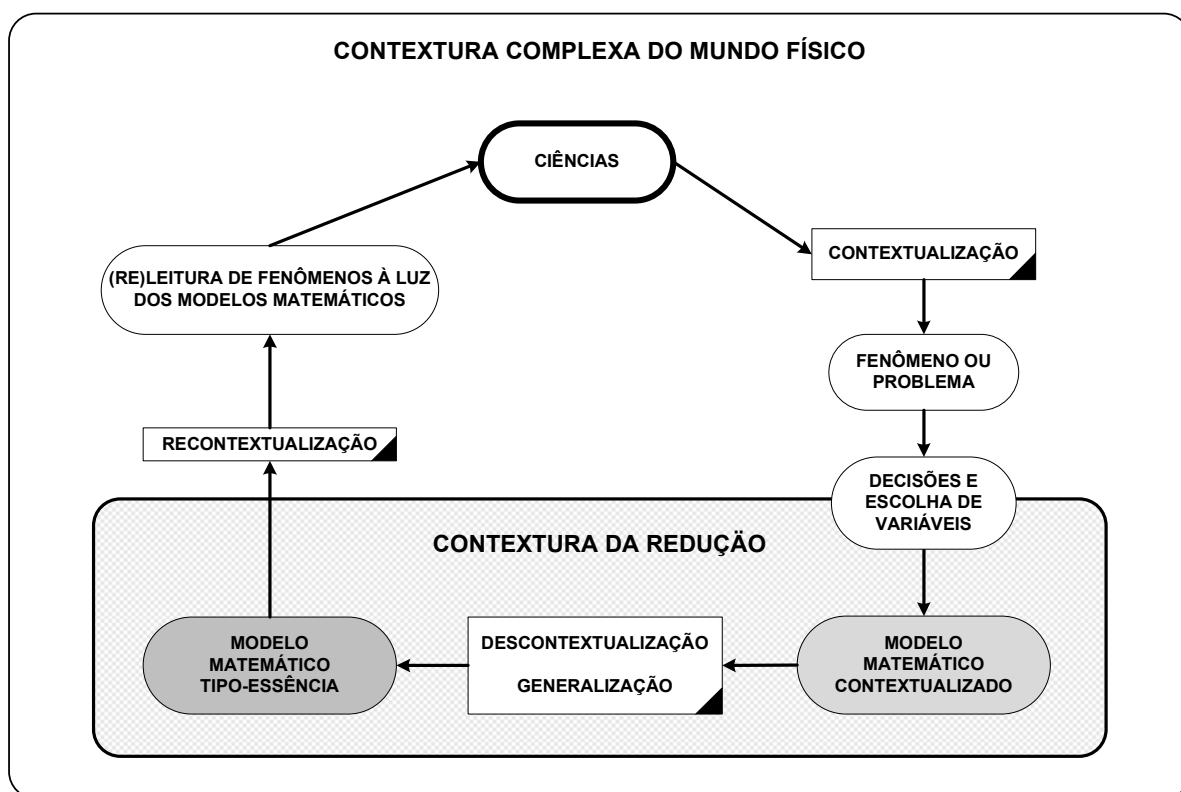


Figura 20 – Circuito recursivo de etapas de construção epistemológica do conhecimento científico
Fonte: Adaptado de Luccas e Batista (2010a)

Em meio a uma contextura complexa do mundo físico, a ciência compreende diversos fenômenos que podem ser explorados sob diversas perspectivas, dentre as quais, a da análise matemática.

A interpretação natural do fenômeno, pertencente ao mundo físico, envolve a tomada de decisão a respeito de quais variáveis da contextura complexa devem ser analisadas. Essa decisão é relevante para a construção dos modelos, tendo em vista que a seleção de uma ou mais variáveis erradas pode ocasionar a criação de modelos que não representem eficazmente o fenômeno estudado. A

escolha dessas variáveis deve se fundamentar no(s) objetivo(s) que se pretende(m) alcançar no estudo do fenômeno.

A seleção das variáveis reduz o contexto original, ainda complexo, remetendo a produção dos modelos matemáticos contextualizado e tipo-essência, para a contextura de redução, obtidos por meio da matematização.

A interpretação do modelo matemático tipo-essência pode ser ampliada por meio de uma recontextualização, desde que existente no mesmo domínio, com o intuito de que haja uma (re)leitura de outros fenômenos à luz dos modelos matemáticos.

Nesse capítulo, foram explanados conceitos fundamentais para a compreensão do conhecimento matemático, tais como matematização, contextualização, descontextualização, recontextualização e modelos matemáticos. Todavia, esses conceitos podem ser articulados com o desenvolvimento da matematização horizontal e vertical por intermédio do ensino do conhecimento matemático com vistas à promoção da aprendizagem das ciências formais integradas ao ensino das demais ciências, já que as primeiras ciências atuam como estruturantes das segundas. Diante dessa realidade, surge um novo questionamento: Como tais conceitos e processos podem ser articulados para promover a criação de uma proposta pedagógica de ensino?

No capítulo cinco será apresentada uma proposta de integração desses referenciais procurando mostrar, especificamente, como o ensino introdutório da matemática pode contribuir para a formação em administração.

4 APORTES METODOLÓGICOS

Neste capítulo são apresentados os aportes metodológicos que fundamentam a pesquisa. Dentre tais aportes, a *metodologia de pesquisa da fundamentação teórica*, que fundamenta uma análise documental; a *metodologia de ensino*, construída especialmente para a proposta pedagógica apresentada neste trabalho – a abordagem metodológica para uma integração conciliadora; a *metodologia de pesquisa da didática da ciência*, utilizada para orientar a construção da proposta pedagógica; e, a *metodologia da análise textual discursiva*, empregada na análise dos dados obtidos na aplicação da proposta.

4.1 METODOLOGIA DE PESQUISA DA FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este trabalho envolve uma metodologia de pesquisa qualitativa no que se refere à investigação que fundamenta os estudos teóricos das áreas envolvidas na análise e de seus referenciais. Segundo Bogdan e Biklen (1994, p. 11) uma investigação qualitativa constitui-se de uma “[...] metodologia de investigação que enfatiza a descrição, a indução, a teoria fundamentada e o estudo das percepções pessoais.”

A investigação qualitativa requer uma análise detalhada de todas as informações inerentes à pesquisa, uma vez que “[...] os dados são designados por *qualitativos*, o que significa ricos em pormenores descritivos relativamente a pessoas, locais e conversas, e de complexo tratamento estatístico.” (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 16 – grifos do autor).

Uma característica importante da investigação qualitativa é a sua abrangência, não se limitando à análise das operacionalizações das variáveis, mas à compreensão do fenômeno em toda sua complexidade.

A pesquisa qualitativa abrange a análise detalhada dos dados, das operações e do fenômeno como um todo. Nesse sentido, os pesquisadores Bogdan e Biklen (1994, p. 70) argumentam que

O objetivo dos investigadores qualitativos é o de melhor compreender o comportamento e experiências humanos. Tentam compreender o processo mediante o qual as pessoas constroem significados e descrevem em que consistem estes mesmos significados. Recorrem à observação empírica por considerarem que é em função de instâncias concretas do comportamento humano que se pode refletir com maior clareza e profundidade sobre a condição humana.

Os autores supracitados argumentam que a investigação qualitativa possui determinadas características, abaixo citadas e comentadas:

- 1. O ambiente natural é a fonte direta para a pesquisa qualitativa, sendo o investigador o instrumento principal:** neste trabalho, os ambientes da investigação para a fundamentação teórica foram as instituições de ensino superior, especialmente, as bibliotecas e os meios eletrônicos, nos quais foram realizadas pesquisas (também). Já o ambiente de aplicação da proposta pedagógica foi a instituição de ensino superior Faculdade Catuaí, situada na cidade de Cambé-PR;
- 2. É descritiva:** nesta pesquisa a análise dos registros da produção dos alunos é realizada qualitativamente, com o intuito de perceber e descrever qualquer pista que possa tornar um dado relevante e esclarecedor no que tange à investigação realizada;
- 3. O processo é mais interessante aos investigadores qualitativos que os resultados ou produtos finais:** esse é um dos focos deste trabalho, investigar o processo de construção de uma proposta pedagógica, composta por uma sequência didática fundamentada numa abordagem metodológica de ensino;
- 4. A análise indutiva dos dados, geralmente, é a forma utilizada pelos investigadores qualitativos:** ao realizar uma investigação concernente à pesquisa teórica, a proponente deste trabalho, buscou levantar pontos relevantes que contribuíssem com o entendimento do papel do ensino do conhecimento matemático na formação em administração; produzir uma proposta pedagógica de ensino introdutório de matemática voltada para cursos de administração, procurando integrar aspectos analisados na pesquisa teórica com atividades pertencentes à proposta; aplicar a proposta

pedagógica numa instituição de ensino superior e analisar os dados colhidos na aplicação integrando-os coerentemente com as pesquisas teóricas;

5. O significado é vital na abordagem qualitativa: no estudo dos dados oriundos dos registros dos alunos, a compreensão do significado que o conhecimento matemático apresenta na formação em administração é relevante para a análise da proposta.

Estrategicamente, uma investigação qualitativa pode ser realizada individualmente ou em grupo. Em se tratando de uma investigação realizada em grupo, vale ressaltar que ela permite a existência de diferentes pontos de vista, bem como de diferentes competências apresentadas por seus participantes.

O trabalho em equipe possibilita a maximização da exploração dos objetivos do grupo e também dos resultados obtidos. No entanto, é possível que haja problemas com esse tipo de estratégia, pois em um grupo há diferentes personalidades interagindo e há a possibilidade de que alguém discorde de alguma decisão ou não cumpra sua atividade. Assim, é necessário que haja diálogo entre os integrantes com o intuito de buscar a harmonia necessária para que a investigação transcorra de modo eficiente e alcance o objetivo delineado.

A proposta pedagógica apresentada neste trabalho engloba algumas atividades realizadas individualmente e outras grupalmente. Nas atividades individuais, o objetivo é conhecer o desenvolvimento cognitivo de cada aluno e também seus avanços. Já as atividades grupais são propostas com a intenção de potencializar o desenvolvimento cognitivo individual por meio da socialização do conhecimento com os integrantes do grupo.

Entre as diversas metodologias de pesquisas qualitativas existentes, a adotada neste trabalho para a produção da fundamentação teórica envolve uma pesquisa ou análise documental. Ambos os termos são encontrados nas referências da área. Esse tipo de análise, segundo Lüdke e André (1986, p. 38), “[...] pode se constituir numa técnica valiosa de abordagem de dados qualitativos”.

Para Pádua (2007, p. 68), a pesquisa documental “[...] é aquela realizada a partir de documentos, contemporâneos ou retrospectivos, considerados cientificamente aceitos (não-fraudados).” A essência desse conceito são os documentos não falsificados, ou seja, verdadeiros, a partir dos quais é possível a

realização de estudos analíticos sobre as informações neles contidas. Nesse sentido, a pesquisa documental realizada na fundamentação teórica deste trabalho foi realizada em documentos assegurados pela comunidade científica. Mas o que é um documento? Documento, para Pádua, “[...] é toda base de conhecimento fixado materialmente e suscetível de ser utilizado por consulta, estudo ou prova.” (PÁDUA, 2007, p. 69).

A natureza dos documentos analisados envolve diversos tipos, como “[...] leis, regulamentos, normas, pareceres, cartas, memorandos, diários pessoais, autobiografias, jornais, revistas, discursos, roteiros de programas de rádio e televisão até livros, estatísticas e arquivos escolares.” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 38). A pesquisa documental contida neste trabalho foi realizada a partir de investigações realizadas em livros, artigos científicos, anais de eventos científicos, leis e regulamentos do âmbito educacional, sites oficiais de instituições educacionais, entre outros.

A utilização da pesquisa documental como metodologia de pesquisa apresenta algumas vantagens, como afirmam Lüdke e André (1986). Essas vantagens defendidas por eles envolvem o fato de que os documentos consistem numa valiosa e diversificada fonte de informações; apresenta estabilidade, tendo em vista que seus dados permanecem inalterados ao longo do tempo, o que permite a consulta permanente; implica num baixo custo, cujo investimento maior envolve o tempo de pesquisa; permite o acesso às informações mesmo sem a existência da pessoa que produziu o documento, ou seja, é uma fonte não-reativa.

Uma característica relevante da pesquisa documental, de acordo com Medeiros (2006), é a utilização de fontes primárias em suas análises, consultadas neste trabalho. Essa característica, aliás, é que a diferencia da pesquisa bibliográfica, a qual admite o uso de fontes secundárias.

Os pesquisadores Lüdke e André (1986) defendem a existência de procedimentos metodológicos, abaixo citados e comentados, que devem ser cumpridos para que a análise dos documentos seja, de fato, eficiente:

- **Decisão a respeito do tipo de documento que será selecionado:** entre os documentos oficiais, foram utilizados pareceres, leis, resoluções, portarias; e, entre os documentos técnicos, livros, artigos científicos, programas e ementas, entre outros.

- **Análise das informações contidas nos documentos selecionados:** para a fundamentação teórica foi utilizada a análise de documental de cunho interpretativo; e, para a análise dos registros dos alunos, a análise textual discursiva.
- **Forma de registro:** a forma utilizada para apresentar a análise dos documentos foi a escrita por meio do computador, contendo quadros e figuras para auxiliar a interpretação dos dados.

A partir dessa pesquisa, foi realizada uma investigação para estudar o papel do ensino de matemática na formação em administração, à luz dos referencias teóricos que envolvem a complexidade, a interdisciplinaridade e conhecimentos da administração e da matemática, aliado a uma interpretação coerente com a realidade da pesquisa.

Para alcançar esse objetivo delineou-se uma estratégia metodológica de ação, relacionada nos itens a seguir:

1. Foi realizada uma investigação para fundamentar teoricamente os conhecimentos relativos à complexidade e à interdisciplinaridade, com o intuito de alicerçar teoricamente a investigação que se pretende realizar entre a ciência formal e as ciências sociais aplicadas;
2. Desenvolveu-se uma pesquisa teórica a respeito da sistematização do curso de administração e dos conhecimentos inerentes a essa área; do papel e da relevância do ensino da matemática e da educação matemática para a formação em administração;
3. Fundamentada na pesquisa teórica realizada nos itens 1 e 2, foi produzida uma proposta pedagógica de trabalho, segundo uma abordagem metodológica de ensino apropriada para essa proposta, integrando interdisciplinarmente o conhecimento matemático ao da administração em meio à complexidade do contexto explorado;
4. Essa proposta foi encaminhada a professores da área de matemática e da área de administração para análise;

5. Uma análise textual do discurso dos professores que realizaram a análise da proposta pedagógica foi produzida com o intuito de adequá-la aos apontamentos dos mesmos;
6. Após a adequação, a proposta pedagógica foi aplicada a uma turma de primeiro semestre do curso de administração de uma instituição de ensino superior;
7. Posteriormente à aplicação, e de posse dos registros das atividades dos alunos, foi realizada uma análise textual discursiva numa amostra representativa dos alunos e das atividades realizadas.

Com a intenção de explicar a existência de dois capítulos de fundamentação teórica, é relevante esclarecer que a existência dessa divisão se deve ao fato de ambos apresentarem especificidades teóricas diferentes.

O primeiro deles mostra a dinâmica evolutiva do conhecimento que demarca a coexistência de dois paradigmas necessariamente complementares, antagônicos e concorrentes, em meio a ações interdisciplinares que evidenciam e possibilitam a integração de elementos estruturais inerentes aos mais diversos contextos do conhecimento humano.

Já o segundo capítulo apresenta a fundamentação teórica das duas áreas que serão integradas neste trabalho: a matemática e a administração. Essas áreas apresentam naturezas ontológicas díspares, tanto que a primeira compõe as ciências formais e a segunda pertence às ciências sociais aplicadas. Cada uma delas apresenta peculiaridades próprias de suas áreas, mas que por vezes dialogam-se interdisciplinarmente. É justamente em alguns desses colóquios que este trabalho tem razão de existir.

A pesquisa documental foi adotada neste trabalho como metodologia de pesquisa para fundamentar teoricamente as investigações a respeito do papel do ensino do conhecimento matemático voltado a cursos de administração, para, posteriormente, sustentar a produção de uma proposta pedagógica que atenda a esse fim. Entretanto, outros cuidados devem ser considerados, como o metodológico, com o objetivo de orientar a produção da mesma.

4.2 METODOLOGIA DE ENSINO

O termo metodologia possui diferentes significados. O Dicionário Eletrônico Houaiss a conceitua como “parte de uma ciência que estuda os métodos aos quais ela própria recorre.” (HOUAISS; VILLAR; FRANCO, 2009).

Em consonância com esse significado, mas de modo mais restrito, Abbagnano (2000) compreende metodologia como um conjunto de procedimentos metódicos de uma disciplina. Para esse autor, a elaboração de uma metodologia ocorre no interior de uma disciplina com o objetivo de promover o uso eficaz de técnicas e procedimentos disponíveis na mesma.

Em conformidade com os significados supracitados, parece ser consenso que a metodologia engloba um conjunto de métodos que envolvem a aplicação de procedimentos organizados de forma sistemática e lógica em pesquisas, ensino, entre outros.

A metodologia de ensino, para Moura (2009, p. 25), vai além de uma simples aplicação de técnicas em certos momentos da prática pedagógica, envolve “toda teia de relações entre professor-aluno e alunos-alunos que possibilita a realização do processo ensino-aprendizagem. Pressupõe a utilização de métodos, técnicas de ensino, atividades e os diferentes recursos pedagógicos” [...].

Neste item do trabalho, especificamente, será abordada a metodologia de ensino, a qual se apresenta como fundamento para a proposta pedagógica nele presente, pois segundo Zabala (1998, p. 27) “por trás de qualquer proposta metodológica se esconde uma concepção do valor que se atribui ao ensino, assim como certas idéias mais ou menos formalizadas e explícitas em relação aos processos de ensinar e aprender”.

Na matemática, há diversas tendências metodológicas de ensino, dentre elas a história da matemática, a etnomatemática, a modelagem matemática, a resolução de problemas, a investigação matemática, entre outras.

A metodologia de ensino pensada inicialmente para ser utilizada na proposta pedagógica deste trabalho foi a modelagem matemática, pois lida diretamente com questões do mundo físico, cuja natureza revela-se complexa. Esse é um aspecto relevante da proposta pedagógica, pois possibilita ao aluno o contato direto com o cotidiano de sua futura profissão. Como a modelagem matemática,

segundo Bassanezi (2002, p. 16), “[...] consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real”, essa metodologia mostrava-se adequada para orientar as atividades da proposta pedagógica, até porque a resolução dos problemas em modelagem ocorre por meio do processo de matematização do mesmo.

Todavia, algumas dificuldades observadas na prática docente da proponente desta tese e também por outros pesquisadores como Ackel Pinto (2005), Maggi (2005), Peñaloza, Lima e Guerra (2007) contribuíram para uma mudança nessa estratégia delineada. Entre elas é possível citar a presença, em grande parte dos alunos ingressos, de alguns problemas com relação à interpretação dos enunciados dos problemas, ao reconhecimento da matematização existente nos mesmos e à operacionalização dessa matematização; a grande heterogeneidade de conhecimento matemático prévio apresentado pelos alunos no nível superior de ensino, visto que alguns acabaram de sair do ensino médio e outros estão longe dos bancos acadêmicos há mais de uma década; a quantidade excessiva de alunos nos cursos de administração, pois há turmas com 60, 80, ou mais ingressantes no curso, entre outros. Assim, a presença desses fatores torna inviável a utilização de uma metodologia de ensino envolvendo a modelagem matemática, tendo em vista que seu emprego necessita do domínio de conhecimentos matemáticos prévios e de suas operacionalizações por parte dos alunos.

Tais aspectos representam sérias dificuldades para o trabalho com a metodologia de modelagem matemática, principalmente, porque o tempo de contato com a disciplina introdutória de matemática em um curso de administração tem, frequentemente, a duração de um semestre.

Em face desses argumentos, antes de se trabalhar com a modelagem matemática, seria necessário amenizar esse quadro realizando um resgate dos conhecimentos matemáticos já aprendidos pelos alunos por meio de outra metodologia que viabilizasse o desenvolvimento da modelagem e, de certo modo, proporcionasse condições de aprendizagem, de desenvolvimento e do conhecimento matemático. Uma metodologia que pode atender a essas características é a da resolução de problemas.

A resolução de problemas mostra-se como uma estratégia de ensino e aprendizagem capaz de minimizar os problemas relacionados aos processos de ensino e de aprendizagem relativos ao conhecimento matemático, pois, segundo

Diniz (2001), envolve situações que não possuem soluções evidentes, exigindo a combinação dos conhecimentos de seu resolvidor, além da decisão de como utilizá-los.

O pesquisador matemático Polya (1995), desde a década de 40, desenvolveu diversos trabalhos relacionados à resolução de problemas, considerando-a como uma atividade essencial. O matemático argumentou que grande parte do pensamento consciente do ser humano está, de algum modo, relacionado com problemas. O pesquisador desenvolveu uma estratégia de ação para essa atividade segundo a perspectiva de “como resolver o problema”. Essa estratégia compreende quatro etapas, na qual a primeira delas consiste em compreender o problema; a segunda, em elaborar um plano de ação; a terceira, em executar o plano; e a quarta, em fazer a análise da solução alcançada.

Até a década de 80, a resolução de problemas que foi trabalhada sob essa perspectiva, contudo, na década de 90, uma nova abordagem foi atribuída a essa metodologia de ensino. A resolução de problemas passou a ser trabalhada como um “método de ensino” do conhecimento matemático, no qual um problema é tomado como o ponto de partida para a aprendizagem e a construção do conhecimento se dá no processo de sua resolução (ALLEVATO; ONUCHIC, 2008). As pesquisadoras, assim como Polya, também desenvolveram uma estratégia de ação para esse foco, contendo sete fases: formação de grupos e entrega de atividades; observação e incentivo; ajuda com problemas secundários; registro das soluções na lousa; sessão plenária; busca de consenso; e formalização do conteúdo (ALLEVATO; ONUCHIC 2008). Esse foco do trabalho com a resolução de problemas busca propiciar condições para que o aluno avance em seus conhecimentos, tanto desenvolvendo e aprimorando os que já possui, como proporcionando a aprendizagem dos que não foram estudados ainda.

Diversos são os aspectos que caracterizam cada uma das metodologias de ensino supracitadas. No entanto, neste estudo, dois mostram-se relevantes e compatíveis ao trabalho que se pretende desenvolver na produção de uma proposta pedagógica de ensino introdutório de matemática voltado a cursos de administração: a abrangência de contexturas e possibilidade de desenvolvimento do conhecimento matemático.

Com relação ao primeiro aspecto a modelagem matemática apresenta uma abrangência maior que a resolução de problema, tendo em vista que

se aplica à contextura complexa. Seu foco se volta, primeiramente, para a análise de fenômenos da contextura complexa, levando em consideração que o domínio do conhecimento matemático é pré-existente.

Para o segundo aspecto, a resolução de problemas mostra-se mais viável, já que o foco de seu trabalho passa a ser o processo de matematização que envolve a possibilidade de aprendizagem e domínio do conhecimento matemático, de acordo com o estabelecimento de estratégias de resolução dos enunciados propostos.

Assim, seria necessária a utilização das duas metodologias no desenvolvimento da proposta pedagógica, além do fato de que tanto o professor quanto os alunos precisariam conhecer as peculiaridades de ambas as abordagens para, posteriormente, utilizá-las. Cada uma dessas metodologias apresenta natureza epistemológica distinta, com características específicas, contando com métodos próprios de investigação.

Não obstante a essas limitações, a utilização da modelagem matemática exige “domínio” do conhecimento matemático para possibilitar a percepção e análise de fenômenos da contextura complexa, o que não é o caso de inúmeros alunos ingressos no ensino superior. Com relação à metodologia de resolução dos problemas, seu desenvolvimento ocorre numa contextura de redução, na qual situações ou problemas são estudados a partir de enunciados cujos fenômenos a serem analisados já estão determinados e as variáveis, normalmente, definidas. Esse fato inibe que o aluno estabeleça o vínculo entre o conhecimento aprendido na academia e sua utilização em fenômenos ou situações do cotidiano, pois a aprendizagem realizada somente na contextura da redução dificilmente é expandida à contextura da complexidade que permeia a realidade física.

Atualmente, muitos profissionais da educação têm refletido a respeito das contribuições e dos obstáculos que as metodologias de ensino já sistematizadas têm oferecido, mediante uma contextura emergente da realidade física que clama por ações interdisciplinares integradas à complexidade do cotidiano dos alunos. Em concordância, Bizzo afirma que uma pesquisa a respeito “[...] das concepções dos professores sobre modelos metodológicos tem sugerido a urgência e a necessidade de repensar as grandes linhas que têm balizado a pesquisa de metodologias de ensino em ciências.” (BIZZO, 2008, p. 76).

Destarte, frente a tais argumentos, a busca por uma metodologia de ensino que amenizasse as dificuldades anteriormente apresentadas e, concomitantemente a isso, fosse capaz de integrar aspectos relevantes e positivos das duas metodologias de ensino acima referidas, instigou a produção de uma abordagem metodológica adequada aos objetivos da proposta pedagógica deste trabalho.

Assim, foi produzida uma abordagem metodológica abrangendo a dinâmica das contexturas de redução e de complexidade que permeiam o conhecimento teórico e o mundo físico, segundo uma ação interdisciplinar entre o conhecimento matemático e o conhecimento de outras áreas. A essa abordagem foi atribuído o nome de *abordagem metodológica para uma integração conciliadora*.

4.2.1 Abordagem Metodológica para uma Integração Conciliadora

A *abordagem metodológica para uma integração conciliadora* compreende uma abordagem metodológica de ensino do conhecimento matemático. Como o próprio nome indica, promove uma integração dinâmica entre os componentes do circuito retrorecursivo constituído pelo conhecimento matemático, professor, aluno, interdisciplinaridade e contexturas da redução e complexidade, articulando diferentes aspectos inerentes a cada componente de modo conciliador, como apresentado na figura 21.

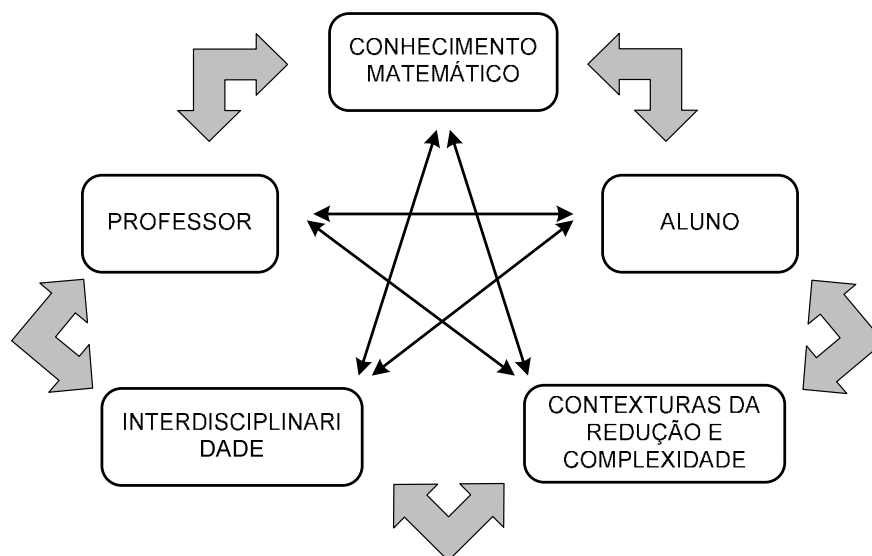


Figura 21 – Circuito retrorrecursivo que fundamenta a abordagem metodológica para uma integração conciliadora
Fonte: do autor

O componente conhecimento matemático, pertencente a esse circuito, apresenta uma epistemologia cujas características são idiossincráticas às ciências formais, contando com uma linguagem simbólica própria e guiada pelo raciocínio lógico-formal. Esse raciocínio apresenta-se como guia cognitivo que conduz o desenvolvimento epistemológico dos objetos matemáticos³⁵ evidenciando as características, conceitos, propriedades e domínios de existência de cada conhecimento estudado.

Sua natureza, puramente abstrata, foi sendo idealizada e constituída ao longo da história, cuja origem remonta a fenômenos da realidade física. Contemporaneamente o conhecimento matemático formalizado em sua constituição ontológica é destituído de qualquer vínculo empírico, porém, possível de ser aplicado ao mesmo, justamente por conta dessa conexão original. Daí surge o questionamento: como analisar fenômenos naturais ou sociais da atualidade segundo uma perspectiva matemática?

A análise desses fenômenos pode ocorrer pela matematização do mundo físico, os quais são percebidos na contextura complexa, em seguida, estudados, analisados e desenvolvidos na contextura da redução por meio de modelos matemáticos e, por fim, têm suas soluções analisadas novamente na

³⁵ Um objeto matemático é concebido nesse trabalho como um conhecimento matemático, tal como função do 1º grau, função exponencial, entre outros.

contextura da complexidade, segundo um circuito recursivo da construção epistemológica do conhecimento científico, como apresentado na figura 21.

A dinâmica epistemológica revela um constante ir e vir na produção do conhecimento, a qual deve permear o âmbito acadêmico. A abordagem metodológica para uma integração conciliadora busca contemplar essa dinâmica.

A análise matemática dos fenômenos que ocorre no âmbito da contextura da redução revela a existência de uma ação interdisciplinar suplementar entre a matemática e as diferentes áreas do conhecimento humano, nas quais os fenômenos são explorados. Nessa ação ocorre uma integração entre a estrutura do fenômeno de determinada área e a estrutura do objeto matemático em estudo.

Essa abordagem fundamenta-se na interação constante entre os cinco elementos que compõem o circuito retrorrecursivo, apresentados na figura 21. Sua utilização evoca uma mudança qualitativa na forma de trabalho dos professores, no sentido de, primeiramente, poderem atuar como mediadores interdisciplinares na relação que pode se estabelecer entre o conhecimento matemático, o conhecimento de outras áreas em estudo e o aluno. Essa mediação implica, necessariamente, na apropriação, por parte do professor, de conhecimentos mínimos de outras áreas, que não a matemática, para poder transitar com os conhecimentos matemáticos de modo coerente e adequado, a fim de produzir significados relevantes aos conhecimentos estudados.

Num segundo momento, os professores podem atuar, basicamente, como observadores da interação autônoma do aluno com os conhecimentos teóricos e a realidade física complexa. Desse modo, os papéis desempenhados pelo professor, nessa abordagem, compreendem a mediação e a observação, ou seja, primeiramente ele pode fazer a mediação entre o aluno e o conhecimento científico e, posteriormente, de modo gradativo, ele praticamente observa a interação entre o aluno, o conhecimento científico e o mundo físico, com o mínimo de interferência necessária.

A abordagem metodológica proposta representa uma alternativa para o ensino da matemática com potencial didático-pedagógico. O intuito é o de preparar o aluno do ensino superior para atuar como profissional inserido numa sociedade hodierna, capaz de lidar com a complexidade que permeia o mundo físico, organizando e compreendendo esse mundo por intermédio de sua matematização, numa ação interdisciplinar.

A abordagem metodológica para uma integração conciliadora apresenta uma estrutura constituída por três fases: confrontação, teorização e atuação investigativa, as quais serão descritas a seguir.

i) Confrontação

A confrontação envolve a fase de sensibilização dos alunos, na qual eles são confrontados com um problema ou uma situação que envolva o estudo de determinado fenômeno. Ao serem defrontados com um problema que necessita de solução, os alunos tendem a resolvê-lo segundo o conhecimento que possuem. E é essa a ideia!

A principal característica dessa fase é a de estimular o aluno a envolver-se com a problemática e explicitar seu conhecimento matemático por escrito. Daí a importância da escolha apropriada do primeiro problema ou fenômeno a ser estudado.

Esse problema não pode apresentar alto grau de complexidade em sua resolução, pois acabaria por desmotivar os alunos que sequer teriam condições de pensar em uma solução. Por outro lado, não pode ser muito simplista a ponto de não instigar a curiosidade investigativa dos envolvidos no processo de resolução.

O problema deve oferecer uma resolução compatível com o nível da linguagem matemática e do conhecimento que se espera que os alunos tenham, conforme o padrão estudado no nível médio de ensino, da educação básica, tendo em vista que essa proposta pedagógica é voltada ao ensino superior. Nesse sentido, o papel do professor é fundamental, cabe a ele descobrir traços que identifiquem os conhecimentos que seus alunos apresentam e, de posse dessas informações, escolher adequadamente um primeiro problema ou fenômeno a ser estudado.

Há alguns instrumentos didáticos que podem auxiliar o professor a descobrir esses traços. Dentre eles, a avaliação diagnóstica pode ser um instrumento eficiente, pois possibilita analisar quais conceitos e procedimentos matemáticos os alunos possuem a respeito de certos assuntos; como os alunos articulam determinados conceitos e esses procedimentos; por que determinados procedimentos matemáticos foram utilizados; como os alunos aplicam efetivamente procedimentos matemáticos em seus estudos ou atividades; como os alunos

operacionalizam alguns procedimentos essenciais ao seu nível de escolaridade e o nível da linguagem matemática usada pelos alunos, entre outros.

Nessa fase da atividade pedagógica, é sugerido que a intervenção do professor deve ocorrer somente na produção da avaliação diagnóstica e do primeiro problema a ser resolvido pelos alunos. Isso quer dizer que a resolução do problema deve ser realizada estritamente pelo(s) aluno(s), a partir de seus conhecimentos prévios, sem a interferência do professor.

Num segundo momento dessa fase, o professor deixa de ser um observador do processo de resolução e passa a desempenhar um papel de intermediador entre o conhecimento teórico sistematizado e o aluno, resolvendo o mesmo problema de forma sintética, assim como a educação matemática organiza e sistematiza atualmente, utilizando inclusive os modelos matemáticos. Nesse momento, cabe ao professor intermediar junto aos alunos essa resolução.

Não se trata de transmitir conhecimentos, métodos ou técnicas já descobertos, mas sim de analisar e refletir sobre o conhecimento adequado à solução do problema. É relevante salientar que para alguns alunos esse momento pode ser de “resgate” de conhecimentos estudados e, para outros, de aprendizagem.

Diversos métodos de estudo e análise dos conhecimentos matemáticos foram criados e desenvolvidos ao longo do tempo. Dentre eles, alguns se mostram mais apropriados à matematização inerente ao contexto trabalhado, assim, cabe ao docente escolher qual ou quais são mais adequados, bem como a estratégia metodológica a ser empregada com os mesmos.

A matematização necessária à resolução do problema deve ser organizada no sentido de apresentar uma linha lógico-racional de pensamento, podendo inclusive seguir alguns passos, tais como análise dos dados existentes no contexto do problema; seleção das variáveis necessárias e relevantes ao estudo; estabelecimento de relações e articulações entre as variáveis selecionadas; obtenção dos modelos matemáticos contextualizados e análise dos resultados no próprio contexto do problema. Esse procedimento de trabalho se aproxima da estratégia utilizada por Allevato e Onuchic (2007), que utilizam a resolução de problemas como método de ensino do conhecimento matemático.

Após a conclusão da resolução sistematizada, o professor pode refletir juntamente com os alunos a respeito dos dois processos de resolução: o

desenvolvido somente pelos alunos e o que teve intermediação do professor. A ideia é estabelecer uma analogia entre os dois processos procurando encontrar semelhanças ou divergências entre ambos, com relação aos procedimentos empregados. O objetivo da analogia, nessa fase de confronto dos alunos com um problema, é mostrar as vantagens de se conhecer e utilizar procedimentos mais elaborados e sistematizados, os quais garantem uma resolução mais rápida e eficaz do problema.

Nessa fase, diversos conceitos matemáticos são trabalhados, mas o envolvimento deles no processo de resolução do problema não garante que os alunos tenham conhecimento pleno do significado dos mesmos. Daí a relevância de uma atividade de investigação extraclasse que propicie condições ao aluno de pesquisar em livros, revistas, *sites*, entre outros, o significado dos conceitos estudados e a sua aplicação para explorar outras áreas da ciência.

A fase seguinte à confrontação é a teorização, apresentada a seguir.

ii) Teorização

A fase da teorização demarca o processo no qual se dá o desenvolvimento da matematização por parte dos alunos. Nesse momento, são propostas novas contextualizações, em forma de problemas, envolvendo o mesmo objeto matemático, com interação interdisciplinar entre as áreas de conhecimento em estudo, nesse caso, as áreas de administração e matemática.

Há diferentes possibilidades de abordagem de problemas, como os de reconhecimento, os algorítmicos, os de aplicação, as pesquisas abertas e as situações problema, propostos por Butts (1997). Contudo, a referência que se faz nesta pesquisa é aos problemas de aplicação amplamente usados na literatura dos cursos de administração, segundo Leithold (2001), Veras (1999), Medeiros Silva *et al.* (1999), Weber (1986) entre outros.

O processo de matematização realizado no segundo momento da primeira fase, cujo protagonista em ação foi o professor, passa agora a ser desenvolvido pelos alunos, seguindo os mesmos passos propostos, ou seja, análise dos dados existentes no contexto do problema e seleção das variáveis necessárias à resolução do problema; estabelecimento de relações e articulações entre as

variáveis selecionadas; obtenção dos modelos matemáticos contextualizados e análise dos resultados no próprio contexto do problema.

Nessa fase, é possível que ocorra um envolvimento maior entre o aluno e o conhecimento matemático sistematizado, na qual os componentes horizontal e vertical da matematização destacam-se. Ao resolver os problemas, os alunos têm a oportunidade de realizar atividades matemáticas intrínsecas a essa ciência formal, tais como leitura e a interpretação do contexto do problema; análise das variáveis contidas no contexto; identificação da matemática específica para análise do contexto; reconhecimento da existência de relações entre essas variáveis; descoberta de regularidades inerentes ao contexto; representação dessas regularidades em forma de modelos matemáticos contextualizados; análise de diferentes modelos desse tipo; reconhecimento da existência de similaridades na estrutura de tais modelos; estabelecimento de generalizações a partir da análise estrutural dos modelos encontrados; reconhecimento da existência de um padrão presente nas estruturas dos modelos; representação do padrão de generalização em forma de modelos matemáticos tipo-essência.

A realização dessas atividades não se dá de forma aleatória, há um *continuum* que principia pela leitura do contexto de um problema, passa por um processo de matematização e finda com a identificação do modelo matemático tipo-essência do objeto matemático. Todavia, as atividades acima descritas não apresentam um caráter estático, definido e finalizado. A proposta é flexível e adaptável ao contexto em que está sendo trabalhada, possibilitando a inserção ou a substituição de algumas atividades matemáticas. O propósito dessa flexibilidade e adaptação é atender às necessidades de desenvolvimento de cada aluno ou do conhecimento matemático trabalhado. Todo esse processo é realizado a cada estudo de um novo objeto matemático.

Além do desenvolvimento da matematização, a teorização possibilita o acesso aos conceitos científicos das áreas imbricadas interdisciplinarmente. A teorização permite a realização de reflexões a respeito dos significados dos conceitos buscados na investigação extraclasse, realizada na fase de confrontação. Essa reflexão pode propiciar, inclusive, o entendimento da necessidade ou possibilidade que outras áreas do conhecimento científico têm de serem analisadas matematicamente.

A organização e sistematização dos conceitos e dos procedimentos algorítmicos aprendidos por parte dos alunos é fator de grande relevância para guiar o trabalho do professor, principalmente com relação à sua metodologia de ensino, daí a importância da realização de avaliações contínuas durante todo o processo de ensino. Nesse sentido, Buriasco, Cyrino e Soares (2004, p. 3) argumentam que

Os registros que os alunos fazem ao resolver as questões dão valiosas informações sobre o modo como compreenderam e registraram suas idéias a respeito da situação apresentada. Tais informações fornecem rico material para o professor incorporar ao seu repertório, no planejamento das aulas e para orientar suas escolhas didáticas, servindo como referência para conversar sobre matemática com o aluno.

O desenvolvimento da matematização realizada pelos alunos pode ser analisado pela análise dos procedimentos utilizados por eles na resolução dos problemas ou atividades propostas, os quais podem ser feitos individual ou grupalmente. O estudo dos procedimentos empregados na matematização, sistematizada pelos alunos, pode dar evidências do conhecimento matemático que eles possuem ou de problemas de aprendizagem por eles apresentados. Com relação à realização dos trabalhos em grupo, Moura argumenta que o objetivo principal é “permitir que os alunos de forma coletiva estudem, discutam, criem e socializem experiências anteriores e conhecimentos adquiridos através dos estudos realizados no próprio grupo.” (MOURA, 2009, p. 81).

Alguns aspectos relevantes podem ser analisados nas atividades, como por exemplo, a compreensão de como os alunos integram conceitos de diferentes áreas, quais procedimentos utilizam na resolução das atividades, qual a linguagem matemática utilizada, entre outros.

Assim, nessa abordagem, propõe-se a análise contínua de diversos problemas ou atividades realizadas pelos alunos, tanto de modo individual como grupalmente, objetivando investigar o conhecimento matemático expresso por meio dos procedimentos matemáticos, da linguagem matemática e da matematização.

O processo de matematização apresenta duas etapas consideradas fundamentais nessa fase de teorização: a produção dos modelos matemáticos contextualizados e a obtenção dos modelos matemáticos tipo-essência. É importante ressaltar que a teorização desenvolve-se totalmente na contextura de redução, pois

os problemas, ou mesmo os fenômenos a serem estudados, já foram extraídos da contextura complexa pelo professor e apresentados em forma de contextos prontos para serem analisados pelos alunos. Desse modo, os discentes interagem interdisciplinarmente com diferentes áreas do conhecimento humano sem, no entanto, extrapolar para a contextura complexa do mundo físico.

A primeira etapa compreende a realização de atividades de resolução de problemas nos quais os alunos poderão desenvolver uma matematização necessária para, a partir de um contexto específico apresentado em forma de problema, realizar a tomada e a análise dos dados; o estabelecimento de relações entre as variáveis; a produção de modelos matemáticos contextualizados, os quais representam quantitativamente as relações estabelecidas entre as variáveis do contexto explorado e a análise dos resultados alcançados no próprio contexto do problema, como apresentado no circuito recursivo da figura 22.

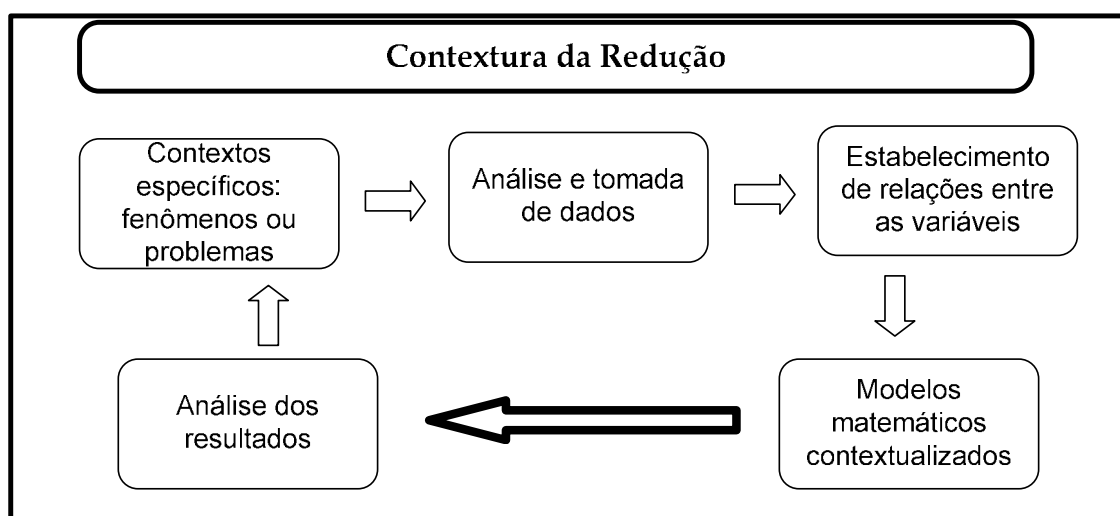


Figura 22 – Circuito epistemológico da primeira fase da teorização
Fonte: do autor

A quantidade de problemas ou atividades a serem trabalhadas pode variar de uma turma ou de uma contextura sócio-cultural para outra, ou seja, cabe ao professor decidir quantos problemas são necessários para que seus alunos demonstrem apropriação, de fato, do objeto matemático estudado. Os instrumentos de avaliação podem auxiliá-lo nessa decisão.

A etapa subsequente envolve a produção do modelo matemático tipo-essência do objeto matemático estudado. Sua obtenção se dá por meio da

analogia realizada a partir da estrutura presente nos modelos matemáticos contextualizados, obtidos na primeira etapa de estudo do objeto matemático.

Esse tipo de modelo representa não somente quantitativamente, mas também qualitativamente as relações estabelecidas entre as variáveis de determinado contexto, evidenciando a estrutura do objeto matemático estudado. É possível notar a existência de uma estrutura idêntica nos diferentes modelos contextualizados e, em consequência disso, reconhecer o padrão presente nessas estruturas por meio de uma generalização.

A partir dessa análise, é realizada a descontextualização do objeto matemático pelo reconhecimento dessa generalização e representação desse padrão na forma do modelo matemático tipo-essência, como apresentado na figura 23.

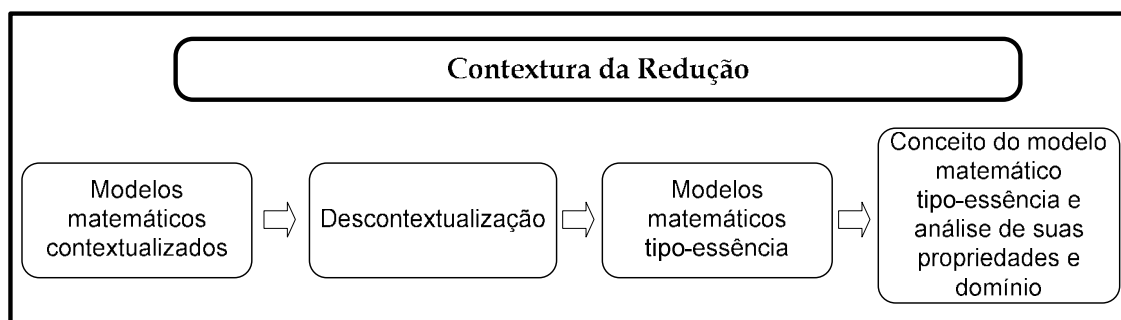


Figura 23 – Sequência epistemológica da segunda fase da teorização
Fonte: do autor

A descontextualização dos modelos matemáticos contextualizados, pela generalização, evidencia a essência e a estrutura do objeto matemático em estudo, tornando possível a produção do modelo matemático tipo-essência desse objeto.

O modelo apresenta um caráter mais amplo que o anterior, tendo em vista que carrega em sua estrutura não somente uma análise quantitativa, mas qualitativa das relações estabelecidas entre as variáveis que integram o objeto matemático em estudo. É fundamental que seja realizada a análise do conceito e das propriedades desse objeto matemático.

Analisando o desenvolvimento epistemológico completo percorrido pelo conhecimento matemático na fase de teorização, é possível chegar ao circuito/sequência apresentado/a na figura 24.

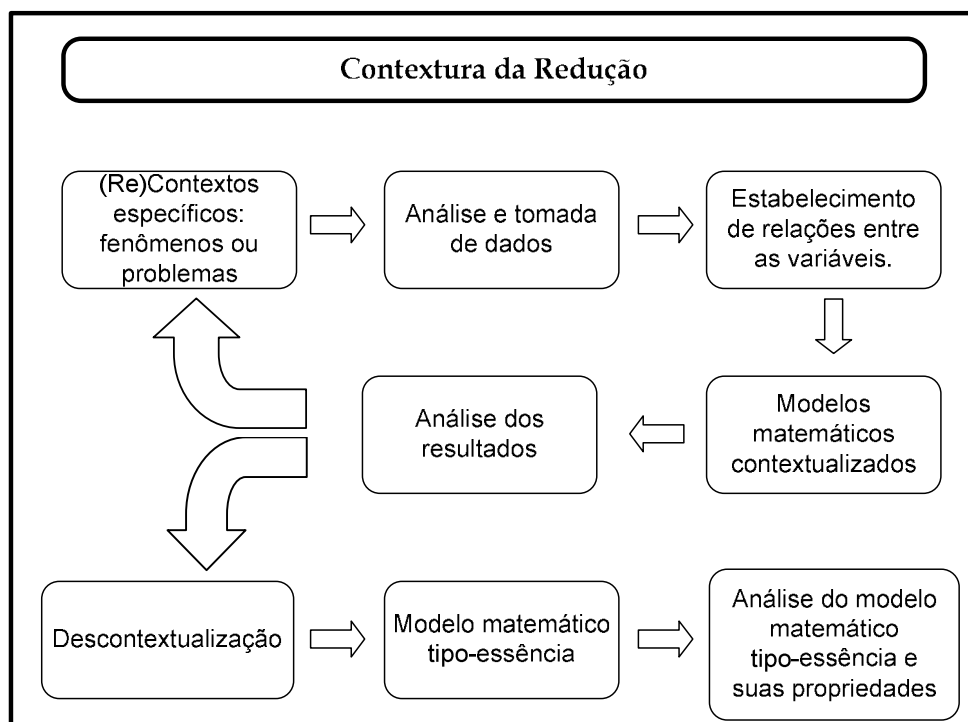


Figura 24 – Análise epistemológica do conhecimento matemático presente na fase de teorização

Fonte: do autor

A teorização, assim como a fase da confrontação, é explorada na contextura da redução, dessa forma, nenhum grau de complexidade referente a contextura real física é apresentado aos alunos. Os problemas são preparados pelo professor, que delimita o domínio de existência do objeto, as variáveis que serão estudadas e as relações que elas estabelecerão, com o intuito de estudar um objeto matemático específico.

Nesse sentido, o aluno pode concentrar sua atenção na matematização do objeto matemático e na ação interdisciplinar que ocorre em cada contexto de problema estudado, porém, não é essa a situação que um aluno egresso encontrará no exercício de sua profissão.

Como profissional, o egresso se encontrará imerso na contextura da complexidade, na qual há uma enorme diversidade de variáveis interagindo constantemente e estabelecendo as mais díspares relações. Então, como preparar um aluno para enfrentar as situações presentes na complexidade mundo físico?

Uma alternativa proposta na abordagem metodológica para uma integração conciliadora é apresentada em sua terceira fase, que compreende a atuação investigativa.

iii) Atuação investigativa

A atuação investigativa compreende o enfrentamento com a complexidade que permeia o mundo físico. O universo de atividades realizadas no âmbito educacional não abrange essa complexidade, apresentando-se numa contextura reduzida, na qual os objetos de estudo são bem delimitados, tanto em forma de problemas quanto na análise de fenômenos. Dessa maneira, é possibilitado o acesso ao conhecimento de partes da contextura física, seja específico ou numa interação interdisciplinar que abranja o estudo de algumas áreas simultaneamente.

O campo educacional fundamenta epistemologicamente a ação cognitiva do ser humano ao possibilitar o acesso ao conhecimento teórico sistematizado, porém, muitas vezes, cabe ao sujeito da aprendizagem interagir com o meio que o cerca enquanto egresso de seu curso. No entanto, a abordagem metodológica aqui apresentada defende que essa interação deve acontecer durante sua formação.

Assim, nessa fase de atuação investigativa, é proposto que os alunos extrapolem os muros das instituições de ensino e saiam a campo com o intuito de investigar contexturas presentes em situações e fenômenos do mundo físico complexo.

É recomendável que as investigações não se desenvolvam aleatoriamente, mas sejam conduzidas pelo objeto matemático em estudo. Desse modo, os alunos procurarão investigar situações reais presentes em empresas, fábricas, lojas, entre outros, que apresentem características similares aos contextos (conceitos e objetos matemáticos) estudados em sala de aula.

Na ação investigativa, os alunos adquirem autonomia procedimental-metodológica com o professor atuando, basicamente, como observador de todo processo. A atuação dos alunos principia com a redução da contextura, isto é, mediante todas as possíveis situações que o mundo físico oferta, uma é escolhida a partir da percepção de uma situação ou fenômeno com potencial para ser explorado. Tal escolha não é realizada ao acaso, ela conta com os fundamentos teóricos aprendidos na academia.

Nessa ação, a contextura complexa sofre a primeira redução, que se efetiva de fato quando ocorre a primeira tomada de decisão, com a seleção das

variáveis relevantes para o estudo da situação ou do fenômeno a ser explorado. O passo seguinte envolve a formulação do contexto de um problema envolvendo essas variáveis.

Em seguida, dá-se a construção do modelo matemático contextualizado por meio da matematização ou a recontextualização do modelo matemático tipo-essência, estudado na academia. Nesse caso, ocorre a aplicação de um modelo matemático tipo-essência ao contexto de um novo problema. Sendo assim, a recontextualização do modelo matemático tipo-essência possibilita o surgimento de novos modelos matemáticos contextualizados.

A última etapa dessa fase implica na análise dos resultados no próprio contexto do problema e na contextura do mundo físico complexo. Os resultados devem mostrar-se satisfatórios a ambos, pois é possível que sejam adequados ao contexto do problema e não à contextura física complexa, o que implicaria em equívocos cometidos na seleção das variáveis que compõem o contexto do problema. Situação contrária seria difícil de ocorrer, isto é, dificilmente um resultado equivocado no contexto do problema acarretaria num resultado possível e correto na contextura física complexa.

Admitindo a hipótese de que os resultados mostraram-se equivocados, seria necessário retomar a análise, a tomada de dados e de decisão, com o objetivo de analisar se as variáveis selecionadas seriam adequadas ao estudo ou identificar outras relevantes e reiniciar o processo.

Assim, a atuação investigativa evoca um desenvolvimento epistemológico cognitivo diferente do exigido na fase de teorização, como se pode observar no circuito apresentado na figura 25.

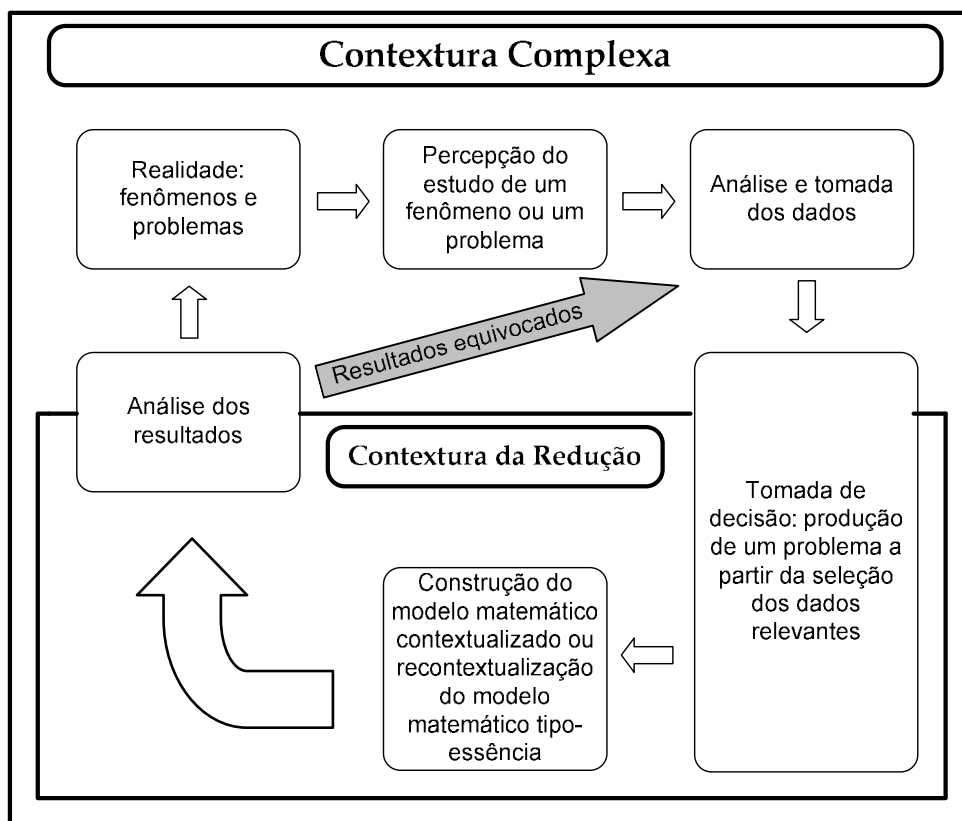


Figura 25 – Desenvolvimento epistemológico cognitivo do conhecimento matemático na fase da atuação investigativa

Fonte: do autor

Após a realização da atuação investigativa no campo, é de importância capital que os alunos reflitam a respeito desse procedimento e discutam sobre a importância e a necessidade dos estudos acadêmicos realizados na contextura reduzida para a compreensão de situações ou fenômenos inerentes a contextura mais ampla e complexa do mundo físico, buscando compreender se seria possível analisar um problema da contextura complexa sem o conhecimento prévio formado no âmbito educacional. E, também, se os alunos seriam capazes de selecionar um fenômeno específico, as variáveis relevantes e formular adequadamente o contexto de um problema sem o conhecimento científico estudado na academia.

O intuito dessa reflexão é mostrar a relevância do conhecimento matemático sistematizado teoricamente para a formação do aluno; ressaltar o valor da ação interdisciplinar entre o conhecimento matemático e outras áreas do conhecimento; evidenciar a dinâmica que estabelece a articulação entre as

contexturas reduzida e complexa e, sobretudo, levar o aluno a compreender a importância do estudo acadêmico para sua formação profissional.

Até o momento, foi apresentada a fundamentação epistemológica da abordagem metodológica para uma integração conciliadora, produzida com o objetivo de associar o ensino da matemática a outras áreas do conhecimento. Mas como fazê-lo?

No presente trabalho, optou-se por realizar esse ensino por meio de uma sequência didática que atue como suporte para a sistematização de uma proposta pedagógica. Todavia, o desenvolvimento de uma sequência demanda cuidados didático-pedagógicos que auxiliem metodologicamente sua produção. Nesse sentido, a sistematização da sequência didática foi fundamentada nos aportes teóricos da didática das ciências que atuam como suporte tanto para a *sequência didática* em si, como para balizar o processo de *construção* da mesma.

4.3 METODOLOGIA DE PESQUISA DIDÁTICA DA PROPOSTA PEDAGÓGICA

A didática das ciências, segundo Adúriz-Bravo (2001), constitui-se como uma atividade que busca melhorar todos os aspectos da educação científica, por meio da integração epistemológica, pedagógica e psicológica. O estabelecimento dessa atividade como ciência têm ocorrido desde o século XIX, por intermédio de várias etapas, como apresentadas no item 4.3.1.

4.3.1 Aspectos Históricos da Didática das Ciências

Análises histórico-epistemológicas realizadas nas últimas décadas sobre a natureza da *didática das ciências* – Adúriz-Bravo (2001), Gil-Pérez, Carrascosa e Martínez Terrades, (2001, 2000), Espinet (1999), Astolfi (1993) – sugerem, consensualmente, a consolidação dessa área como uma disciplina relevante à educação científica, caracterizando-se intrinsecamente como um campo de investigação pedagógica interdisciplinar.

As sínteses históricas realizadas sugerem, também de modo convergente, a existência de algumas etapas históricas que caracterizaram a didática da ciência em seu recente processo evolutivo. Adúriz-Bravo (2001) apresenta um quadro composto por cinco etapas que resumem o desenvolvimento da disciplina, fundamentados em elementos de investigação empírica e em referenciais epistemológicos e psicopedagógicos. O quadro 8 constitui a tradução do que foi sugerido pelo autor e contém explicações sobre cada uma das etapas por ele enunciadas:

Etapa	Referentes epistemológicos	Referentes psicopedagógicos	Metodologia de investigação empírica
Adisciplinar 1880-1955	Variados (positivismo lógico)	Variados (pedagogia ativa)	Não há investigação empírica
Tecnológica 1955-1970	Positivismo lógico	Neocomportamental e modelo de Bruner	Investigação avaliativa (quantitativa)
Protodisciplinar 1970-1980	Racionalismo crítico	Modelos de Piaget e Ausubel	Quantitativa e qualitativa; focada na aprendizagem
Emergente 1980-1990	Nova filosofia da ciência	Modelo construtivista	Principalmente qualitativa, focada em ensino, aprendizagem e conteúdos
Consolidada 1990	Visões contemporâneas	Modelos cognitivos e construtivistas	Quase exclusivamente qualitativa; paradigma metodológico construtivista

Quadro 8 – Evolução da didática da ciência

Fonte: Adúriz-Bravo (2001, p. 352 - tradução nossa).

Etapa adisciplinar: com relação ao domínio dos sistemas educativos formais, no final do século XIX, estudos históricos evidenciam que poucas foram as preocupações teóricas voltadas ao campo acadêmico, hoje denominado *didática das ciências*.

Esses estudos, segundo Martínz Terrades (1998) e Adúriz-Bravo (2001), possibilitam dizer que, até o período em questão, não havia preocupações explícitas voltadas às questões de “como ensinar” e “como aprender” conteúdos trabalhados nos sistemas educativos formais. Essa afirmação sustenta-se na escassez de publicações e trabalhos desenvolvidos, na época, sobre o assunto.

A pesquisadora Gallástegui (1989), ao discutir, especificamente, aspectos histórico-epistemológicos da didática da matemática, com relação à falta

de clientela (professores/alunos/agentes educacionais), argumenta que este foi um dos fatores que contribuiu para a não consolidação dessa disciplina, em princípio. De fato, em períodos posteriores, isso é justificado a partir da observação de um crescente número de ingressantes na área de educação científica e tecnológica, em consequência das corridas científicas espaciais fortemente marcadas pela concorrência soviética e norte-americana.

Etapa tecnológica: é caracterizada pela rápida mudança ocorrida nos currículos de ciências, entre as décadas de 1950 e 1960, nos territórios de influência anglo-saxã. Nesse período, inicia-se o desenvolvimento de pesquisas teóricas, principalmente ligadas à epistemologia da aprendizagem, com sustentações metodológicas expressivamente quantitativas.

Etapa protodisciplinar: em 1970, segundo Adúriz-Bravo (2001), após o consenso a respeito do reconhecimento da didática da ciência como um novo campo de estudos acadêmicos, os pesquisadores da didática da ciência sentiram-se estimulados a investigar novas questões próprias da área, acabando por acentuar o processo de sistematização e independência epistemológica dessa disciplina.

Estudos didáticos realizados, sobretudo no campo do ensino de física, contribuíram para o início da segregação teórica ocorrida entre os modelos psicológicos mais tradicionais e os novos modelos didáticos da ciência.

Ainda que se mantendo à margem dos estudos científicos mais tradicionais, a área de didática da ciência passa a adquirir reconhecimento em âmbito universitário e chega às especializações e pós-graduações de inúmeras instituições de ensino. Nesse período, comunidades científicas começam a estabelecer as bases teóricas e metodológicas da didática da ciência, motivo pelo qual Adúriz-Bravo (2001) a classifica como uma protodisciplina, a fim de caracterizar seu processo de sistematização epistemológica.

Etapa emergente: na década de 1980, profissionais empenhados em projetos de pesquisas em didática das ciências apresentaram algumas preocupações teóricas em relação ao conhecimento didático acumulado nas décadas anteriores e começam a realizar auto-revisões e reflexões teóricas ainda mais profundas dos quadros conceituais e metodológicos que deveriam conferir maior sustentabilidade à área e guiar estudos posteriores.

De acordo com Adúriz-Bravo, amparado nos estudos de Astolfi e Develay (1989), Izquierdo (1990b) Moreira e Calvo (1993), Castorina (1998), Porlán (1998), e Osborne (1996), a auto-revisão da didática das ciências, caracteriza-se,

[...] por uma forte *abertura interdisciplinar* [...] desenvolvida a partir de um consenso crescente acerca de que o *construtivismo didático* é a base teórica comum à maior parte dos estudos [...]. A sua vez, o envolvimento massivo de professores e didatas da ciência (muitas vezes só em nível de discursos superficiais [...] nas linhas deste construtivismo), deu lugar a um estudo mais sério sobre as possibilidades que tem esse quadro de converter-se em um modelo teórico robusto, e de conduzir a didática das ciências como um paradigma (ADÚRIZ-BRAVO, 2001, p. 356).

Muitos dos autores supracitados que revisaram (a partir de uma perspectiva epistemológica) esse período da didática das ciências a classificam, portanto, como uma disciplina emergente.

Etapas consolidadas: embora haja poucos estudos especificamente desenvolvidos a respeito da epistemologia da didática das ciências, cada vez mais autores aderem esta disciplina como um campo teórico consolidado e que deve ser urgentemente incluído, com todas as suas riquezas, na formação de profissionais do ensino.

Essa consolidação alcançada, ainda que de forma implícita, é justificada por uma série de indicadores empíricos que caracterizam o desenvolvimento da área. Em consonância com Gil-Pérez (1996), Martínez Terrades Gil-Pérez; Carrascosa (2001), Carrascosa, Gil-Pérez e Martínez Terrades (1997), Izquierdo (1999), o pesquisador Adúriz-Bravo (2001) cita alguns desses indicadores:

- O crescimento significativo de publicações anuais na área;
- A criação e disseminação de redes de difusão como congressos e simpósios;
- O reconhecimento da didática da ciência como área de conhecimento e sua presença em cursos de pós-graduação específicos;
- O reconhecimento do poder heurístico desse campo de pesquisa no âmbito da relação existente entre os processos de ensino e de aprendizagem em meio às teorias e modelos científicos que permeiam esse domínio;

- O desenvolvimento de modelos didáticos específicos da própria disciplina, solidamente apoiados em aportes psicológicos, pedagógicos e epistemológicos;
- A aceitação da autonomia e da cientificidade da didática das ciências por parte das áreas correlatas como a pedagogia, a psicologia e a epistemologia.

Por fim, com esse último tópico indicador, a integração das perspectivas teóricas da didática da ciência com as áreas de epistemologia, pedagogia e psicologia evidencia-se uma característica marcante do posicionamento atual da didática das ciências no âmbito acadêmico. Essa integração, por sua vez, tem possibilitado o surgimento de novos campos didáticos de pesquisa, tanto no ensino quanto na aprendizagem.

As bases teóricas da didática da ciência, anteriormente apresentadas, comprometidas com investigações prioritariamente pedagógicas, como por exemplo, as pesquisas sobre “como ensinar” determinados conteúdos (ADÚRIZ-BRAVO, 2001), juntamente com as bases epistemológicas, psicológicas e pedagógicas desse processo, conferem a sustentação teórica e metodológica para a construção da sequência didática (ZABALA, 1998) pretendida neste trabalho.

A seguir, são apresentadas as relações da área de didática das ciências com a presente pesquisa; a justificação de sua escolha e suas contribuições para a investigação do processo de construção (e construção propriamente dita) de uma sequência didática para o ensino introdutório de matemática no curso de administração.

4.3.2 Didática das Ciências e a Construção de Sequências Didáticas

Além dos cuidados relacionados à escolha dos conteúdos matemáticos a serem inseridos em uma proposta pedagógica de ensino (sequência didática) para graduandos do curso de administração, evidencia-se, com base nos objetivos da presente pesquisa, a relevância de se refletir sobre “como” organizar, apresentar e desenvolver as atividades que integram e constituem tal proposta, haja

vista que as mesmas se encarregam de operacionalizar e possibilitar efetivamente o trabalho dos conteúdos e conceitos esperados.

Por essa razão, nesta pesquisa, optou-se por utilizar o referencial de didática das ciências no sentido de orientar e sustentar, metodologicamente, a *construção e a aplicação* da sequência didática pretendida.

A opção pelos aportes da didática das ciências, em detrimento de outros encaminhamentos metodológicos, deu-se em face da compatibilidade observada entre seus fundamentos teóricos e os objetivos deste trabalho, especialmente no que diz respeito ao interesse não apenas pelo produto pedagógico (sequência didática propriamente dita), mas *na investigação de seu processo de construção*.

De acordo com Adúriz-Bravo (2001), a *didática* pode ser entendida como um metadiscurso ou discurso de segunda ordem, uma disciplina que tem por objeto de estudo a prática nas aulas, ou seja, uma disciplina acadêmica intimamente ligada aos processos de ensino e de aprendizagem.

De forma ainda mais específica, o mesmo autor define didática das ciências como um “conjunto de atividades, que vão desde a investigação científica em si até a prática da Educação Científica” (ADÚRIZ-BRAVO, 2001, p. 370-371). Nesse mesmo sentido, registra-se que tais atividades apresentam elementos acentuadamente diversificados e interrelacionados, que objetivam contribuir com a educação científica e seus desdobramentos.

Em consonância com essa ideia, Astolfi e Develay argumentam que “a pesquisa em *didática* é um primeiro estudo crítico teórico para tentar fundar práticas pedagógicas não mais sobre a tradição ou o empirismo, mas sobre uma abordagem racional dessas questões” (ASTOLFI; DEVELAY, 1995, p. 10).

Para esses autores, uma abordagem didática deve possibilitar reflexões pedagógicas que considerem os conteúdos e suas relações, mas não apenas isso, que se importe também com questões como sua história, suas retificações, funcionamento social, níveis de formulação e transposição didática, além de uma atenção especial às situações de sala de aula, dos modos de raciocínio dos alunos e das intervenções docentes.

Entende-se, portanto, que as contribuições da didática das ciências são pertinentes aos objetivos desta pesquisa, pois, além de suportes na elaboração

final de uma sequência de ensino, busca-se entender o processo de sua construção e, após sua aplicação, investigar seus possíveis desdobramentos.

Por conseguinte, partindo para um aprofundamento do arcabouço metodológico da proposta pedagógica, evidencia-se o fato de que a sistematização de uma sequência didática compreende uma atividade considerada complexa à prática educativa, uma vez que inúmeras variáveis com possibilidade de intervenção são envolvidas nesse processo. Assim, Zabala (1998, p. 18) define sequência didática como um “Conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.”

O autor, acima mencionado, argumenta que *sequências didáticas* são construídas para finalidades educacionais especiais, que além de reunirem a complexidade da prática que envolve aspectos de ensino e de aprendizagem funcionam como instrumentos pertinentes à educação científica por envolverem também os aspectos fundamentais de uma intervenção reflexiva, como planejamento, aplicação e avaliação. Zabala (1998, p. 19-20) ainda apresenta uma síntese dos aspectos que, em geral, caracterizam as *sequências didáticas*:

- Cada sequência é voltada para objetivos específicos;
- Elas esquematizam as variáveis da complexa prática educativa;
- Os tipos de atividade, sobretudo a maneira de articulá-las, são traços diferenciais e determinantes à especificidade da proposta didática;
- Indicam-nos a função desempenhada por cada uma das atividades no processo de construção do conhecimento ou da aprendizagem de diferentes conteúdos;
- Avaliam a funcionalidade das atividades, sua ausência ou a ênfase que se lhes deve atribuir.

Com base nessas características, é possível notar que um dos critérios que permitem identificar ou caracterizar a forma de ensinar, em princípio, consiste na forma com que certas atividades são propostas, ou seja, a maneira pela qual as atividades podem ser articuladas é determinante ao tipo de proposta didática que se pretende construir.

Tal noção pondera sobre a importância “[...] das intenções educacionais na definição dos conteúdos de aprendizagem e, portanto, do papel das atividades que se propõem.” (ZABALA, 1998, p. 53-54).

Por isso, é importante esclarecer que

[...] a identificação de fases de uma sequência didática, as atividades que a conformam e as relações que se estabelecem devem nos servir para compreender o valor educacional que têm, as razões que as justificam e a necessidade de introduzir mudanças ou atividades novas que a melhorem. Assim, pois, a pergunta que devemos nos fazer em primeiro lugar, é se esta sequência é mais ou menos apropriada, e, por conseguinte, quais são os argumentos que nos permitem fazer esta avaliação. (ZABALA, 1998, p. 55).

É importante mencionar, ainda, que inúmeros são os tipos de sequências didáticas possíveis para o ensino, cada uma delas com objetivos específicos. Todavia, alguns deles são comuns, como:

- O grau de participação dos alunos;
- O grau de intervenção do professor;
- Os tipos de atividades, uma vez que cada uma apresenta um papel didático distinto.

Assim, com base nesses objetivos, foi elaborada uma proposta pedagógica de ensino do conhecimento matemático voltada ao curso de administração, composta por três unidades de ensino, nas quais é desenvolvida uma mesma sequência didática, alternando apenas o conhecimento matemático de cada uma delas.

É relevante destacar, também, que a sequência didática construída inspirou-se nas sequências sugeridas por Zabala (1998). Foram escolhidos alguns modelos genéricos e, a partir deles, elaborou-se a sequência pretendida, uma vez que as devidas adaptações foram realizadas.

4.3.3 Sequência Didática de Ensino do Conhecimento Matemático

Fundamentada no arcabouço teórico da abordagem metodológica para uma integração conciliadora e da didática da ciência foi produzida uma sequência didática para o ensino do conhecimento matemático, levando em consideração sua natureza epistemológica; aspectos das contexturas da

complexidade e da redução; e a interdisciplinaridade entre o conhecimento matemático e outras áreas do conhecimento científico.

A articulação entre esses elementos, organizados em forma de atividades sequenciais, reúne a complexidade da prática pedagógica pertencente à educação científica.

Destarte, guiado pela estrutura da abordagem metodológica, apresentada no item 4.2.1 e nos aportes teóricos da didática da ciência, foi desenvolvida uma sequência didática com o objetivo de viabilizar o ensino do conhecimento matemático, mediante a ação interdisciplinar com outras áreas do conhecimento, e, conseqüentemente, propiciar condições para que ocorra aprendizagem por parte dos alunos. É relevante afirmar que a sequência apresentada constitui uma sugestão de sequência didática fundamentada na abordagem metodológica para uma integração conciliadora, tendo em vista a existência de outras sequências possíveis; e, que as atividades sugeridas em sua estrutura não são fixas, ou seja, elas podem ser adaptadas aos diversos contextos sócio-culturais com algumas atividades podendo ser incluídas e outras desconsideradas.

A sequência compreende duas etapas: a intermediação, que se subdivide em I e II, e a autonomia procedimental-metodológica. Segue, então, uma explanação de cada etapa, e, posteriormente, a sequência didática.

i) Intermediação I

Na intermediação I, os alunos têm o primeiro contato com o assunto matemático a ser estudado por meio de um problema. Propõe-se que sua resolução seja realizada em grupo (sugestão: máximo 05 alunos), sem a intervenção do professor e fundamentada estritamente na interação entre os conhecimentos prévios dos alunos que integram o grupo.

A análise das resoluções desse problema oferece ao professor condições para avaliar o conhecimento matemático que os alunos possuem, quais procedimentos matemáticos são utilizados por eles, o grau de sistematização dos conhecimentos prévios, a organização do processo de resolução do problema e o nível da linguagem matemática dos alunos. Por exemplo, ao se trabalhar com um contexto que envolva funções do 1º grau, espera-se que eles sejam capazes não só

de construir os modelos matemáticos contextualizados, como também de manipulá-los corretamente, tendo em vista que já estudaram esse assunto no nível médio do ensino básico. Se, ao invés disso, os alunos apresentarem uma matematização envolvendo basicamente operações elementares, como adição, multiplicação, subtração e divisão, é possível concluir que não houve aprendizagem desse objeto matemático por parte dos alunos naquele nível de ensino e, que, portanto, deve ocorrer nesse nível.

Já o segundo passo envolve a matematização na qual são obtidos os modelos matemáticos contextualizados. Nesse momento ocorre a intermediação direta do professor, não no sentido de transmitir o conhecimento, mas intermediando a análise do problema, de modo sistematizado, juntamente com os alunos. Esses métodos, por terem sido sistematizados ao longo da história, mostram-se eficientes e apresentam processos de resoluções mais sintéticos, produzindo, assim, uma visão mais organizada e rápida da solução do problema.

Sugerimos uma estratégia composta por quatro passos que organizem a intermediação do professor.

- a. Análise dos dados existentes no contexto do problema e seleção das variáveis necessárias ao estudo: o problema é explorado a partir da decomposição do contexto apresentado, as informações são devidamente analisadas e as variáveis adequadas à resolução do problema são selecionadas;
- b. Estabelecimento de relações, articulações e regularidades entre as variáveis: as variáveis selecionadas apresentam-se articuladas por meio de relações peculiares que evidenciam as regularidades do contexto explorado, como a de dependência entre as variáveis, operações multiplicativas, aditivas, entre outras;
- c. Obtenção de modelos matemáticos contextualizados: a obtenção dos modelos matemáticos contextualizados é resultado das regularidades estabelecidas no passo b;
- d. Análise dos resultados: a análise da coerência dos resultados obtidos pode ocorrer no próprio contexto do problema, a partir da coesão entre os dados do contexto e o resultado obtido.

O terceiro passo contempla uma investigação extraclasse a respeito dos conceitos envolvidos no contexto do problema. Essa investigação pode ser realizada em livros, revistas, anais de eventos, *sites*, entre outros.

O objetivo do terceiro passo é conhecer melhor os objetos de estudo, tanto o matemático como os conceitos pertinentes a outras áreas do conhecimento e que também estão sob estudo. Nesse passo, o professor tem o papel de estimular os alunos, por meio da discussão, a desenvolverem essa pesquisa.

O quarto e último passo implica na sistematização da avaliação dessa etapa que ocorreu durante todo o processo. É relevante que nesse primeiro momento sejam avaliados a realização do problema contextualizado por parte dos alunos, com o intuito de conhecer a matematização que eles possuem; a segunda resolução do mesmo problema, segundo métodos sistematizados; e, por fim, o envolvimento dos alunos com a reflexão a respeito dos conceitos pesquisados na investigação extraclasse.

Na intermediação I, é proposta a realização de um único problema, cabendo à etapa seguinte, intermediação II, a exploração e o desenvolvimento do conhecimento matemático teórico.

ii) Intermediação II

Na intermediação II propõe-se que sejam trabalhados no mínimo três exemplares de problemas, cabendo ao professor decidir a quantidade necessária para cada turma.

O primeiro passo dessa etapa implica no desenvolvimento da matematização, isto é, nos processos de resolução dos problemas propostos. Nesse passo, a mediação do professor diminui gradativamente à medida que o desenvolvimento do aluno vai aumentando a cada atividade realizada.

É proposto aos alunos, dispostos em grupo, a realização de novos problemas envolvendo o mesmo objeto de estudo matemático, com seus contextos apresentando características similares ao problema trabalhado na intermediação I.

A mesma estratégia empregada na etapa anterior pode ser realizada nesse passo, porém a iniciativa de resolução na forma sistematizada parte agora dos alunos, com o professor participando como orientador do processo de resolução:

- a. Análise dos dados existentes no contexto do problema e seleção das variáveis necessárias ao estudo: o problema é explorado a partir da decomposição do contexto apresentado, as informações são devidamente analisadas e as variáveis necessárias à resolução do problema são selecionadas;
- b. Estabelecimento de relações, articulações e regularidades entre as variáveis: as variáveis selecionadas apresentam-se articuladas por meio de relações peculiares que evidenciam as regularidades do contexto explorado, como a de dependência entre as variáveis, operações multiplicativas, aditivas, entre outras;
- c. Obtenção de modelos matemáticos contextualizados: a obtenção dos modelos matemáticos contextualizados é resultado das regularidades estabelecidas no passo b;
- d. Análise dos resultados: a análise da coerência dos resultados obtidos pode dar-se no próprio contexto do problema, a partir da coesão entre os dados do contexto e o resultado obtido.

Ainda nesse passo pode ser proposta uma atividade complementar, de realização individual, cujo objetivo é fixar a matematização desenvolvida e, também, avaliar como cada aluno tem desenvolvido sua matematização, tendo em vista que todos os problemas trabalhados resultam de uma ação grupal, na qual há possibilidade de diálogo entre os integrantes do grupo com o intuito de realizar adequadamente a resolução de cada problema.

Durante a realização do primeiro passo, ou mesmo após, cabendo ao professor julgar qual é o melhor momento, é indicada a socialização das informações obtidas nas investigações extraclasse. O objetivo dessa reflexão, que constitui o segundo passo, é analisar os conceitos explorados, bem como conhecer melhor o objeto matemático de estudo. Essa reflexão deve ser norteada no sentido de promover uma compreensão da ação interdisciplinar entre as áreas envolvidas no estudo, buscando entender a necessidade e a importância do objeto matemático e, por conseguinte, da matemática para outras áreas do conhecimento humano.

O terceiro passo implica na produção dos modelos matemáticos tipo-essência. A obtenção desses modelos é o auge da atividade de matematização da sequência didática, assim como da abordagem metodológica para uma integração

conciliadora. Nela se dá a descontextualização do objeto matemático em estudo e também a descoberta, por parte dos alunos, da estrutura do mesmo. Mas como se obtém esse modelo?

Após a realização de diversos problemas, todos concernentes ao mesmo objeto matemático, o professor orienta os alunos a realizarem uma análise de todos os modelos matemáticos contextualizados produzidos até então, e por analogia, a identificarem a presença de uma mesma estrutura em todos eles. Com essa identificação, é realizada uma generalização que representa estruturalmente todos os modelos matemáticos contextualizados, utilizando uma simbologia idealizada, que apresenta as relações estabelecidas pelos modelos. Essa ação constitui-se numa descontextualização do objeto matemático representada por um modelo matemático tipo-essência.

Nesse passo é sugerido que seja sistematizado um estudo a respeito do objeto matemático representado pelo modelo matemático tipo-essência, tal como conceito, propriedades, domínio de existência, entre outros.

O quarto e último passo dessa etapa implica na realização da avaliação. A avaliação deve se dar no decorrer de toda a etapa por meio da análise da matematização que os grupos apresentam de cada problema proposto; do estudo da matematização presente na atividade complementar; do envolvimento do aluno com a reflexão oriunda da investigação extraclasse e da análise da obtenção dos modelos matemáticos tipo-essência.

A intermediação II encerra a etapa em que o conhecimento teórico é apresentado de forma sistematizada e sintética para os alunos. Nela o papel do professor é de mediador/orientador de toda ação cognitiva, seja ela relativa a conceitos ou a atividades de matematização, o que não acontecerá na próxima etapa, na qual os alunos adquirem autonomia de ação e a interação do aluno com seu conhecimento acadêmico e a complexa contextura do mundo físico.

iii) Autonomia Procedimental-Metodológica

No primeiro passo da autonomia, os alunos têm a oportunidade de sair a campo para investigar contextos presentes em situações e fenômenos do complexo mundo físico. Os contextos não são escolhidos de forma aleatória, os alunos são orientados a investigar contextos similares aos estudados em sala de

aula, por conta da falta de conhecimento necessário para explorar toda gama de fenômenos e situações existentes no mundo físico, já que estão iniciando seus estudos no ensino superior.

Nessa etapa, o professor atua como observador de todo processo e os alunos conquistam autonomia procedimental-metodológica, ou seja, eles determinam como proceder estratégica e metodologicamente mediante a dinâmica que permeia uma instituição, empresa, fábrica, indústria, entre outros. Se necessário, o professor pode atuar também como orientador do processo.

O segundo passo implica na percepção de um fenômeno ou situação para análise. A partir da seleção de um fenômeno, a coleta dos dados relevantes à análise do mesmo deve ser realizada, o que oportunizará a produção de um contexto adequado, em forma de problema.

Definido o contexto a explorar, os alunos podem iniciar o terceiro passo que sugere a produção dos modelos matemáticos contextualizados ou a recontextualização dos modelos matemáticos tipo-essência, necessários à solução do problema.

Na realização desse passo, espera-se que os alunos sejam capazes de criar uma estratégia de estudo e análise do contexto selecionado, envolvendo, no mínimo, as seguintes etapas:

- a. Análise dos dados existentes no contexto do problema ou do fenômeno;
- b. Seleção de variáveis relevantes e formulação do contexto do problema;
- c. Identificação do objeto matemático inerente ao contexto do problema;
- d. Construção do modelo matemático contextualizado ou recontextualização do modelo matemático tipo-essência intrínseco ao objeto matemático, pela aplicação dos valores quantitativos das variáveis contidas no contexto do problema;
- e. Análise dos resultados obtidos. Caso os resultados não se apresentem satisfatórios ao contexto do problema e à contextura física complexa, faz-se necessário retomar a seleção de variáveis para analisar se elas são adequadas à investigação. Se não

forem, é necessário identificar outras e reiniciar o processo de análise;

- f. Produção de um contexto escrito que apresente toda a investigação realizada no campo e também sua matematização.

No quarto passo da autonomia é sugerida a realização de uma reflexão em torno das atividades realizadas nessa etapa. Propõe-se analisar, refletir e discutir a respeito da importância/necessidade de estudo de contextos específicos encontrados em contexturas do mundo físico complexo, segundo uma interação interdisciplinar entre o conhecimento matemático e os conhecimentos inerentes a outras áreas.

A avaliação dessa etapa também é contínua, realizada a partir da análise de todo processo de investigação; do trabalho escrito, o qual inclui a matematização; do envolvimento dos alunos na reflexão a respeito da atividade desenvolvida e de uma discussão avaliativa, na qual os alunos, juntamente com o professor, avaliam todo trabalho desenvolvido até então, buscando apontar pontos positivos e negativos do processo, bem como as dificuldades encontradas.

A seguir é apresentada a sequência didática.

i) Intermediação I

1. Contato inicial com o assunto: problema contextualizado

Propõe-se um problema para que, em grupo, os alunos possam resolvê-lo com os conhecimentos prévios que possuem, sem a intervenção do professor.

2. Matematização: modelos matemáticos contextualizados

O professor e os alunos analisam os possíveis processos de resoluções, buscando compreendê-los e, também, tentam encontrar métodos sistematizados mais concisos e rápidos para resolvê-los. Esses métodos foram criados e desenvolvidos a partir de teorias científicas, ao longo do tempo. Alguns passos podem ser realizados com a iniciativa do professor:

- a. Análise dos dados existentes no contexto do problema e seleção das variáveis necessárias ao estudo;

- b. Estabelecimento de relações, articulações e regularidades entre as variáveis;
- c. Obtenção de modelos matemáticos contextualizados;
- d. Análise do resultado.

3. Investigação: reconhecimento dos conceitos das áreas

- Discussão a respeito dos conceitos envolvidos na contextualização e do objeto matemático em estudo: nome, características, necessidade desse objeto matemático para a área em estudo, entre outros;
- Pesquisa em livros, revistas, *sites*, entre outros, a respeito dos conceitos dos objetos atinentes às áreas em estudo. A pesquisa deve ser devidamente referenciada.

4. Avaliação:

- Realização do problema contextualizado: análise da matematização;
- Realização do problema com método sistematizado: análise da matematização;
- Envolvimento com a reflexão e realização da investigação extraclasse dos conceitos estudados.

ii) Intermediação II

1. Desenvolvimento da matematização: resolução de problemas

Resolução de outros problemas envolvendo o mesmo objeto de estudo matemático, cujos contextos apresentem as mesmas características do primeiro. Os mesmos passos apresentados na inicialização são realizados, porém a iniciativa de resolução, na forma sistematizada, parte dos alunos, com o professor participando como orientador do processo de resolução:

- a. Análise dos dados existentes no contexto do problema e seleção das variáveis necessárias ao estudo;
- b. Estabelecimento de relações, articulações e regularidades entre as variáveis;
- c. Obtenção de modelos matemáticos contextualizados;
- d. Análise do resultado obtido.

1.1 Atividade complementar: envolve a realização de uma atividade complementar, individualmente, compreendendo alguns problemas ou atividades similares aos trabalhados até então, com o intuito de fixar a matematização desenvolvida nessa etapa e, também, avaliar como cada aluno tem desenvolvido sua matematização.

2. Investigação-Reflexão:

Socialização das informações obtidas na investigação da etapa anterior: análise dos conceitos da área explorada e do objeto matemático; discussão a respeito da necessidade e da importância desse objeto matemático para a área em estudo e da ação interdisciplinar estabelecida.

3. Modelos matemáticos tipo-essência: descontextualização do objeto matemático.

Faz-se uma análise entre os modelos matemáticos contextualizados obtidos em todos os problemas resolvidos e, por analogia, obtém-se a identificação da estrutura do objeto matemático explorado. Esse processo marca a descontextualização do objeto matemático, cuja estrutura é representada por seu modelo matemático tipo-essência. O estudo do conceito e das propriedades desse objeto matemático é fundamental nessa fase.

4. Avaliação:

- Realização dos problemas propostos: análise da matematização;
- Realização da atividade complementar;
- Envolvimento com a investigação-reflexão;
- Obtenção do modelo matemático tipo-essência: análise da matematização.

iii) Autonomia Procedimental-Metodológica

1. Investigação de campo:

Os alunos investigam contextos presentes em situações e fenômenos do mundo físico complexo que apresentem características similares aos contextos (conceitos e objetos matemáticos) explorados em sala de aula. Nessa etapa, os alunos adquirem autonomia procedimental-metodológica com o professor atuando como observador, e, se necessário, como orientador do processo.

2. Percepção de análise de uma situação ou fenômeno:

A partir dos conhecimentos teóricos aprendidos até então, os alunos selecionam um contexto específico para explorar, realizam a coleta dos dados e produzem o contexto de um problema.

3. Produção de modelos matemáticos contextualizados ou recontextualização dos modelos matemáticos tipo-essência:

Procedimento mínimo esperado:

- a. Análise dos dados existentes no contexto do problema ou do fenômeno;
- b. Seleção de variáveis relevantes e formulação do contexto do problema;
- c. Identificação do objeto matemático inerente ao contexto do problema;
- d. Construção do modelo matemático contextualizado ou recontextualização do modelo matemático tipo-essência intrínseco ao objeto matemático, pela aplicação dos valores quantitativos das variáveis contidas no contexto do problema;
- e. Análise dos resultados obtidos. Caso os resultados não se apresentem satisfatórios ao contexto do problema e à contextura física complexa, faz-se necessário retomar a seleção de variáveis, para analisar se elas são adequadas à investigação. Se não forem, é necessário identificar outras e reiniciar o processo de análise;
- f. Produção de um contexto escrito que apresente toda a investigação realizada no campo, bem como sua matematização.

4. Reflexão:

Refletir e discutir a respeito da importância/necessidade de estudo de contextos específicos encontrados em contexturas do mundo físico complexo, segundo uma interação interdisciplinar entre o conhecimento matemático e os conhecimentos inerentes a outras áreas.

5. Avaliação:

- Realização da investigação de campo;
- Análise do trabalho escrito a respeito da investigação de campo;

- Discussão avaliativa, realizada pelo professor e pelos alunos, a respeito de todo trabalho desenvolvido na disciplina.

Sustentada nessa sequência didática e em todos os aportes teóricos apresentados até o momento, foi produzida uma proposta pedagógica de ensino introdutório da matemática voltada ao curso de administração. Tal proposta foi aplicada em uma instituição de ensino superior, numa turma do primeiro semestre do curso, no ano letivo de 2010.

De posse dos dados coletados a partir das atividades desenvolvidas com os alunos, a próxima etapa desta pesquisa demanda a análise das mesmas. Desse modo, optou-se por utilizar as orientações da *análise textual discursiva* na interpretação dos dados coletados.

Para justificar a escolha desta metodologia de análise de dados, dentre muitas que poderiam ser utilizadas, apresenta-se, a seguir, uma síntese de seus elementos estruturantes, com vistas aos seus principais objetivos, procedimentos e funcionalidade.

4.4 METODOLOGIA DE ANÁLISE TEXTUAL

No início do século XX, nos Estados Unidos, entre os anos de 1940 e 1960, uma técnica denominada *análise de conteúdo* (AC), surgiu como um instrumental de análise da produção jornalística disseminada na época. Por esse motivo tal análise, segundo Bauer (2002), chegou a ser definida como uma espécie de semântica estatística dos discursos políticos.

Nos anos seguintes, a *análise de conteúdo* estendeu-se aos mais variados campos da ciência, sobretudo em pesquisas qualitativas relacionadas às ciências humanas. Destarte, essa análise passou a ser utilizada como um método de pesquisa das palavras que compõem frases ou textos, a fim de se produzir inferências acerca do conteúdo original a ser comunicado, em meio a um determinado contexto social.

As práticas de análise e compreensão de textos, todavia, constituem ações bastante antigas na humanidade. Elas eram utilizadas, em princípio, como

meios eficazes na interpretação de sonhos, textos religiosos (como nos escritos sagrados), explicações de obras literárias e análise de cartas e práticas astrológicas, cujos verdadeiros sentidos de significação exigiam, muitas vezes, estudos capazes de evitar mensagens de duplo sentido ou discursos simbólicos e polissêmicos que não apresentavam seus significados originais de forma evidente (BARDIN, 2004).

Atualmente, uma modalidade de investigação textual denominada *análise textual discursiva* surge “[...] como uma nova opção de análise para pesquisas de natureza qualitativa e de caráter hermenêutico.” (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 140). Esse tipo de encaminhamento metodológico compartilha de muitos dos pressupostos evidenciados em outras abordagens que pertencem igualmente ao domínio da análise textual, como a análise de conteúdo e a análise de discurso, por exemplo. Para Moraes e Galiazzi “[...] a Análise Textual Discursiva tende a assumir entendimentos que a situam entre essas duas abordagens de análise, focalizando geralmente a profundidade e complexidade dos fenômenos”. (2007, p. 160).

De acordo com os autores supracitados, embora a *análise textual discursiva* aproxime-se significativamente da técnica de *análise de conteúdo*, “[...] sua interpretação tende principalmente para a construção ou reconstrução teórica, numa visão hermenêutica, de reconstrução de significados a partir das perspectivas de uma diversidade de sujeitos envolvidos nas pesquisas.” (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 145). Assim, ainda segundo esses autores, a *análise textual discursiva* pode contribuir com pesquisas qualitativas uma vez que

[...] propõe-se a descrever e interpretar alguns dos sentidos que a leitura de um conjunto de textos pode suscitar [...] opera com significados construídos a partir de um conjunto de textos. Os materiais textuais constituem significantes a que o analista precisa atribuir sentidos e significados. (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 13-14).

Na *análise textual discursiva*, o texto (propriamente dito) é considerado um meio de expressão do sujeito, de modo que, ao seu analista, cabe classificá-lo em unidades contendo frases ou palavras repetidas, de forma a inferir uma expressão que as representem.

Com relação a essa classificação em unidades, Moraes e Galiazzi (2007) argumentam que o trabalho desenvolvido com a *análise textual discursiva* tem indicado novas possibilidades de unitarização.

[...] o processo em vez de ser concretizado num único movimento, pode ser realizado em dois momentos distintos e complementares. No primeiro, definem-se unidades mais amplas, dando origem a um conjunto de unidades iniciais de amplitude relativamente grande e que podem apresentar elementos de mais de uma categoria. Essas unidades, uma vez classificadas, são então reinterpretadas visando à construção de unidades menores, as subunidades, agora já produzidas com um foco específico na categoria a que pertencem. Nesse processo cada unidade inicialmente produzida pode dar origem a uma ou mais subunidades, escritas de modo a demonstrarem sua relação direta com as categorias nas quais se inserem. (MORAES; GALIAZZI, 2007, p. 67-68).

Assim, espera-se que a partir da utilização desse encaminhamento metodológico, seja possível compreender aquilo que está subjacente às palavras ou ao texto em estudo.

Para Bardin, a análise textual “[...] trabalha a palavra, quer dizer, a prática da língua realizada por emissores identificáveis [...], toma em consideração as significações (conteúdo), eventualmente a sua forma e a distribuição destes conteúdos.” (BARDIN, 2004, p. 38).

De acordo com Pêcheux (1993), as análises textuais podem ser realizadas de inúmeras formas como, por exemplo, segundo o método de dedução frequencial ou a partir de análise por categorias temáticas, sendo esta última utilizada no presente trabalho. No primeiro caso, o analista trabalha no sentido de enumerar signos linguísticos (palavras) que se repetem frequentemente, examinando e evidenciando a existência de um determinado material linguístico estatístico. Não há a intenção de compreender, notadamente, a amplitude dos significados contidos no texto.

De outro lado, a análise realizada por meio de categorias temáticas visa encontrar as significações e interpretá-las em classes de equivalências semânticas. Segundo Bardin (2004), o tipo de análise mais antiga e ainda mais utilizada consiste justamente na análise categorial que

[...] Funciona por operações de divisão do texto em unidades, em categorias segundo reagrupamentos analógicos. Entre as diferentes possibilidades de categorização, a investigação dos temas, ou análise temática, é rápida e eficaz na condição de se aplicar a discursos diretos (significações manifestas) e simples. (BARDIN, 2004, p. 147).

Assim, operacionaliza-se um desmembramento do texto em unidades e subunidades, segundo uma equivalência semântica que é definida mediante a classificação de elementos linguísticos, constituídos por frases e/ou palavras que, contendo um sentido comum, permitem seu reagrupamento.

Na prática, a técnica de *análise textual* evidenciada por Bardin (2004) compreende três diferentes fases, apresentadas e comentadas a seguir:

i) Pré-análise: caracteriza o início dos trabalhos da análise. Nessa fase, há a seleção dos documentos a serem analisados, que corresponde a produção dos alunos e os questionários respondidos por professores da área de matemática e de administração, a respeito da proposta pedagógica. Tal seleção, importante enfatizar, está intimamente vinculada ao objetivo geral desta pesquisa que investiga a construção e a adequação de uma proposta pedagógica de ensino introdutório de matemática para o curso de administração (presente no primeiro capítulo deste trabalho). No processo de pré-análise, portanto, os dados a serem analisados (produção técnica de alunos e questionários respondidos por professores) são selecionados, organizados e preparados para as etapas subsequentes. Por conseguinte, o exercício de demarcar um universo de dados para análise incide na constituição de um *corpus* empírico de dados que, segundo Bardin, corresponde ao “[...] conjunto dos documentos tidos em conta para serem submetidos aos procedimentos analíticos.” (BARDIN, 2004, p. 90). A composição desse *corpus*, no entanto, implica em algumas escolhas e seleções, motivos pelos quais se devem respeitar alguns cuidados metodológicos como:

- **Regra da exaustividade:** deve estar assegurado que nenhuma parte dos elementos que constituem o *corpus* (ex. resolução de exercícios dos alunos e respostas dos questionários) seja excluída do processo de análise;
- **Regra da representatividade:** pode-se trabalhar com amostragem desde que a amostra seja uma parte representativa do universo original. Somente dessa forma os resultados obtidos poderão ser generalizados ao todo constituinte do *corpus*. A amostra selecionada neste trabalho, no que tange às produções discentes, compreende a análise de quatro atividades. Devido ao número expressivo de resoluções e de alunos envolvidos no processo de

coleta de dados, optou-se por utilizar um universo representativo de duas resoluções de um mesmo procedimento matemático, produzidas por diferentes alunos e, a partir da interpretação delas, estender suas significações às demais produções homólogas;

- *Regra da homogeneidade:* os critérios de escolha dos documentos analisados devem ser de fato aplicados a todos eles, não havendo margem para exceções. Isto significa que deve estar assegurado, na aplicação de um questionário, por exemplo, que as perguntas voltadas a um determinado tema devem focá-lo integralmente. Em outras palavras, deve haver uma coerência entre o tema e as intenções do questionário no tocante a cada uma das questões que o constituem, a fim de que suas respostas possam ser realmente utilizadas;
- *Regra da pertinência:* diz respeito a um exame a respeito da adequação dos documentos coletados e sua correspondência com os objetivos da pesquisa que norteiam a análise.

Após a observação dessas regras, a preparação do material constitui o próximo passo. Ainda nessa etapa, cabe ao analista iniciar a preparação formal dos documentos, por meio de sua edição. Na prática, trata-se da transcrição integral de gravações de áudio ou das respostas das questões abertas em documentos informatizados, para os quais os programas de computador são amplamente utilizados, e que, em seguida, são codificadas para facilitar o processo de análise.

ii) Exploração do material: é caracterizada como a fase mais longa e cansativa do processo de análise. A partir de procedimentos manuais ou com tratamento informatizado, as operações de organização e codificação do *corpus* são realizadas e concluídas. Nas palavras de Bardin (2004, p. 97),

[...] A codificação corresponde a uma transformação – efetuada segundo regras precisas – dos dados em bruto do texto, transformação esta que, por recorte, agregação e enumeração, permite atingir uma representação do conteúdo, ou da sua expressão susceptível de esclarecer o analista acerca das características do texto, que podem servir de índices, [...].

Em síntese, essa etapa compreende o momento em que os dados brutos são sistematizados e agrupados em grupos semânticos de modo a permitir sua caracterização em termos argumentativos. De fato, como salienta Bardin (2004), nesse ponto deve ser possível visualizar o elo existente entre os dados e a teoria que os subjazem. Dessa maneira, entende-se que o processo de categorização não é aleatório e estanque, o que se justifica mediante o fato de que os próprios instrumentos de coleta de dados foram elaborados a partir de intenções pedagógicas alimentadas pelos recortes teóricos utilizados na pesquisa, fato que não exclui, em princípio, a visualização de possíveis categorias que, eventualmente, emergem dos dados. No capítulo 6 deste trabalho, no qual são apresentadas as categorias obtidas a partir da análise dos dados coletados, maiores explicações serão dadas sobre o processo de escolha e sustentação das categorias enunciadas. Para Bardin (2004), o processo de codificação compreende os seguintes processos:

- *Escolha de unidades de registro:* unidades de registros compreendem as unidades de significação a serem codificadas. Podem constituir-se de uma palavra, uma frase ou um tema. Trechos de um artigo científico, por exemplo, poderão ser recortados em função de determinadas unidades de registro. Vale frisar que o contexto exerce um papel fundamental na compreensão das unidades de registro, motivo pelo qual é comum fazer constantes referências ao contexto da unidade que se quer registrar;
- *Seleção de regras de contagem:* nesse processo, busca-se analisar os padrões de presença, frequência, temporalidade verbal, pólos direcionais (positivo, negativo, bonito, feio, pequeno, grande, etc.), ordem de aparições (elemento x aparece antes de y), entre outros elementos das unidades de registro, possibilitando certas inferências;
- *Escolha de categorias:* consiste no empreendimento de classificar por diferenciação os elementos que compõem um conjunto de dados representados por unidades de registros e, posteriormente, reagrupá-los por meio de critérios de semelhança e pertinência. De acordo com Bardin

[...] As categorias são rubricas ou classes que reúnem um grupo de elementos (unidades de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão dos caracteres comuns destes elementos. [...] Classificar elementos em categorias impõe a investigação do que cada um deles tem em comum com outros. O que vai permitir o seu agrupamento é a parte comum existente entre eles. [...] A categorização tem como primeiro objetivo [...] fornecer, por condensação, uma representação simplificada dos dados brutos. (BARDIN, 2004, p. 111-113).

No estabelecimento das categorias, em função dos objetivos particulares de cada pesquisa, pode-se optar por vários critérios como o semântico, que diz respeito aos temas; o sintático, envolvendo verbos, adjetivos e pronomes; o léxico, por aglutinação segundo o sentido das palavras, agrupamento de sinônimos, antônimos; o expressivo, que compreende agrupamento de perturbações da linguagem, da escrita; entre outros. Esse tipo de atividade taxonômica, que implica na diferenciação e no agrupamento de elementos, está fortemente ligado à realidade dos dados. Por isso, ao empreender a metodologia de análise, a mensagem pode ser submetida a uma ou até mesmo a várias dimensões possíveis de análise. O processo de categorização estruturalista, a partir de Bardin (2004), compreende, ainda, mais duas etapas denominadas *inventário* e *classificação*, nas quais os elementos são isolados e repartidos, respectivamente. Além disso, para serem consideradas fidedignas e adequadas, as categorias devem possuir algumas particularidades como: exclusão mútua, uma categoria não pode anular a outra; pertinência, as categorias devem dizer respeito às intenções do investigador, aos objetivos da pesquisa, às questões norteadoras, às características da mensagem, etc.; homogeneidade, para definir uma categoria é preciso haver só uma dimensão na análise; objetividade e fidelidade, se as categorias forem bem definidas, se os índices e indicadores que determinam a entrada de um elemento numa categoria forem bem claros, não haverá distorções devido à subjetividade dos analistas; produtividade, as categorias serão produtivas se os resultados forem férteis em inferências, em hipóteses novas e em dados exatos.

iii) Tratamento dos resultados, inferência e interpretação: consiste no processo de reorganização sistematizada dos dados, os quais podem ser apresentados em quadros, diagramas, figuras ou modelos que sintetizem e

evidenciem suas significações. Objetivando garantir a fidedignidade dos dados, nesta pesquisa tanto os instrumentos de coleta, envolvendo os questionários dos professores e as atividades dos alunos, quanto às categorias que classificam os dados foram analisadas por profissionais da área. Para este fim, contou-se com a colaboração de um grupo multidisciplinar composto por pesquisadores mestres e doutorandos da área de ensino de ciências e matemática e das áreas de administração e economia que, a partir de uma análise intersubjetiva, analisaram e aquiesceram os instrumentos de coleta de dados e as categorias que os classificaram. Em continuidade ao processo de análise, após a reorganização e a sistematização dos dados, parte-se para o processo de promoção de inferências acerca do material em estudo. Trata-se, como apresenta Bardin (2004), de uma “interpretação controlada” dos dados segundo determinados padrões balizadores da relação existente entre o(os) emissor(es), o(s) receptor(es) e a mensagem propriamente dita. Nesse ponto da análise, faz-se importante a leitura atenta dos dados objetivando refletir sobre as significações subjacentes às suas palavras ou procedimentos matemáticos. A formulação de questionamentos pode contribuir significativamente:

- Quais temas estão presentes no texto?
- Quais informações são abordadas? Com que frequência?
- Existem mitos, símbolos ou valores sustentados em seu conteúdo?
Quais?
- O que está explícito?
- O que está implícito?
- O que mais é possível perceber?

A partir de questionamentos como esses, torna-se possível a qualquer analista que se debruça sobre os mesmos dados, realizar inferências balizadas sobre o conteúdo em análise, segundo as informações contidas no próprio conteúdo. Visto que o objetivo da metodologia da *análise textual discursiva* é compreender as significações manifestas nos dados, garante-se, assim, a impossibilidade de criar ou idealizar suposições particulares, motivo pelo qual a aplicação da metodologia deve, além de seu analista, contar com a colaboração de outros interdecodificadores que compartilhem resultados interpretativos convergentes. Em suma, de acordo com Bardin (2004, p. 130), a análise textual

[...] constitui um bom instrumento de indução para se investigarem as causas (variáveis inferidas) a partir dos efeitos (variáveis de inferência ou indicadores; referências no texto), embora o inverso – prever os efeitos a partir de fatores conhecidos – ainda esteja ao alcance das nossas capacidades.

Após a realização das inferências, o seguinte e último passo da técnica consiste numa interpretação geral, porém nem sempre final, do conteúdo analisado, cuja apresentação pode dar-se em forma de um texto, o qual Moraes e Galiuzzi (2007) denominam metatexto. Esse reúne e sintetiza as significações manifestas nos dados, com base nas quais o analista poderá elaborar novas inferências (mais gerais), evidenciar tendências, apresentar índices e, por fim, gerar conclusões e enunciar desdobramentos.

Neste trabalho, portanto, realizou-se o tratamento e a interpretação dos dados coletados por meio dos questionários e da produção discente, de acordo com os aportes supracitados da abordagem metodológica da *análise textual discursiva*, segundo uma análise categorial temática do corpus, classificado em subunidades, unidades e categorias.

Seguindo a ordenação estrutural de eventos acima descritos, esclarece-se, ainda, que as categorias com suas respectivas unidades e subunidades de análise e as inferências e interpretações encontram-se no capítulo 6 desta tese.

5 PROPOSTA PEDAGÓGICA

Na presente pesquisa, será desenvolvida uma proposta pedagógica de ensino introdutório de matemática, voltado ao curso de administração, apresentada no apêndice D da mesma. Antes, porém, será realizada uma integração entre os referenciais teóricos abordados nos capítulos 2 e 3, à luz do ensino e da aprendizagem dos conhecimentos explorados, observando que podem existir adaptações do conhecimento do âmbito científico para o educacional.

5.1 ELEMENTOS TEÓRICOS PARA ELABORAÇÃO DA PROPOSTA PEDAGÓGICA

O mundo da realidade física apresenta-se como um rico cenário que oferece diversas situações possíveis para serem exploradas e compreendidas. Nesse sentido, a matemática atua de forma decisiva contribuindo com uma análise matematizada dos fenômenos dessa realidade. Todavia, a educação matemática vai além, preocupando-se com os processos de ensino e de aprendizagem desses fenômenos, tendo em vista a importância do desenvolvimento da habilidade de matematização dos alunos, com o intuito de preparar cidadãos críticos e atuantes em seu contexto sócio-histórico-cultural.

Entre os aspectos considerados pela educação matemática encontram-se, por exemplo, o domínio do conhecimento matemático, das metodologias de ensino e os cuidados didático-pedagógicos com a preparação do que vai ser ensinado. Esses aspectos contribuem decisivamente para que o processo de ensino e de aprendizagem, no âmbito acadêmico, possa desenvolver-se de modo adequado.

Sendo assim, a abordagem inicial do conhecimento matemático é decisiva para estimular os alunos a se envolverem com o processo de aprendizagem desse conhecimento. Desse modo, a sua contextualização torna-se relevante para que essa abordagem propicie condições para que os alunos se sintam motivados a aprender.

O objetivo da contextualização do conhecimento matemático é apresentar exemplares delimitados de fenômenos existentes na contextura complexa da realidade física, representando situações ocorridas ou simulações de possíveis situações do cotidiano sócio-cultural dos alunos. A contextualização de situações que envolva a interação entre o conhecimento matemático e o da administração pode proporcionar condições para que o aluno seja capaz de realizar uma análise matemática de contextos futuros em seu campo de atuação profissional.

É relevante esclarecer que, embora os fenômenos da realidade física existam na contextura da complexidade, a partir do momento que se toma um exemplar delimitado sua análise passa a ocorrer na contextura da redução, pois um fenômeno foi escolhido e a seleção de variáveis foi direcionada para uma investigação específica.

Ainda que as contextualizações sejam exploradas na contextura de redução, elas não devem representar meras simplificações de fenômenos da realidade física, e sim contextos adequados que incluam os cuidados supracitados e a complexidade inerente ao nível de ensino em que se pretende trabalhar. No caso da presente pesquisa, envolve uma complexidade voltada ao nível superior de ensino, investigando o papel do ensino introdutório do conhecimento matemático voltado ao curso de administração.

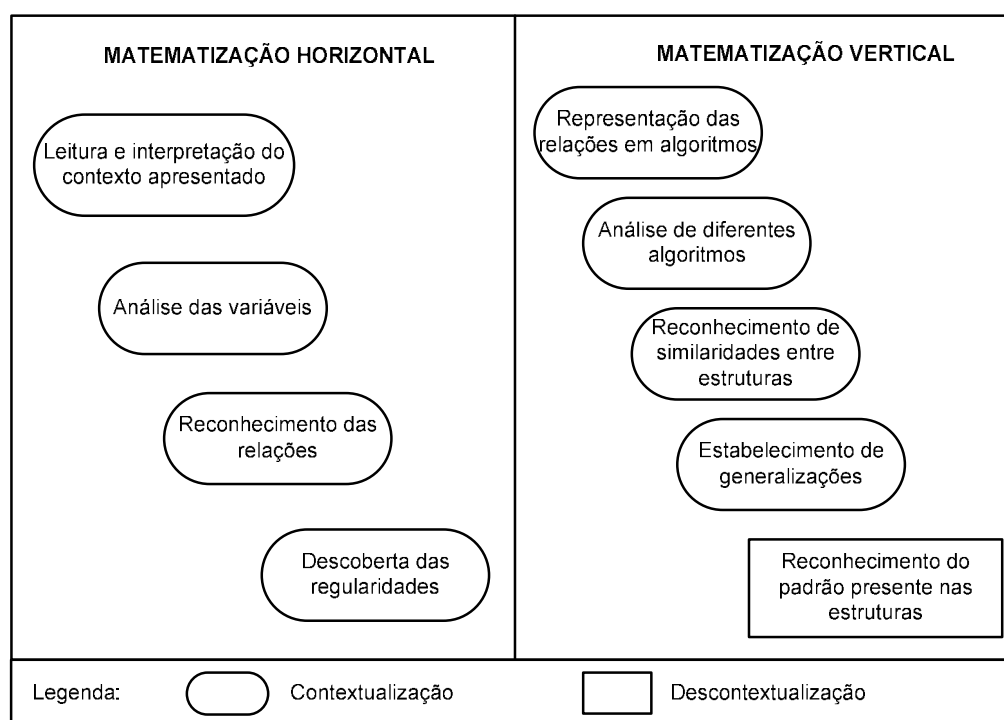
A contextualização adequada e rica, no que tange às informações, oferece ao aluno condições para que ele possa iniciar o processo de matematização horizontal, buscando refletir sobre o contexto, analisar o conhecimento matemático que o permeia, reconhecer suas variáveis e as relações que se estabelecem entre elas e encontrar as regularidades que o contexto apresenta.

A partir desse momento, o aluno pode avançar cognitivamente desenvolvendo outras atividades, como representar as regularidades segundo uma linguagem simbólica matemática; conjecturar a respeito de diferentes procedimentos que podem ser empregados na resolução de um problema; reconhecer a existência de similaridades entre estruturas presentes nos procedimentos matemáticos algébricos; estabelecer generalizações e produzir modelos matemáticos contextualizados. Esses modelos mostram-se adequados para a inicialização do processo de ensino e, também, de aprendizagem do conhecimento matemático, sendo apropriado para o trabalho tanto com a educação básica quanto com o ensino superior.

Essas atividades são reconhecidas na educação matemática realística como pertencentes ao componente da matematização vertical. Assim, o aluno inicia seu processo de matematização pelas atividades do componente horizontal e avança para as atividades do componente vertical. Esse segundo componente proporciona condições para o aprimoramento das habilidades matemáticas, principalmente com relação à produção dos modelos matemáticos contextualizados e à apropriação de conceitos matemáticos trabalhados.

A matematização operacionalizada a partir do estudo do contexto de um problema começa com o componente horizontal e se estende para o vertical. Todavia, a descontextualização do conhecimento matemático, existente apenas na matematização vertical, é essencial para que essa análise matemática se realize efetivamente, tendo em vista que possibilita o acesso à estrutura dos objetos matemáticos, fundamentando, assim, o desenvolvimento do pensamento lógico-racional.

Procurando esclarecer melhor a explanação anterior, o quadro 9 apresenta uma síntese das atividades da matematização horizontal e vertical, separadamente, atuantes tanto na contextualização quanto na descontextualização do conhecimento matemático:



Quadro 9 – Integração entre as matematizações horizontal e vertical, contextualização e descontextualização do conhecimento matemático
 Fonte: Luccas e Batista (2010a).

A integração entre as matematizações horizontal e vertical e os processos de contextualização e descontextualização do conhecimento matemático oferece fartas condições para o desenvolvimento do pensamento lógico-racional, essencialmente por promoverem a reflexão.

A descontextualização do conhecimento matemático oportuniza, por meio da generalização, o reconhecimento do padrão que fundamenta a estrutura desse conhecimento, representada por seu modelo matemático tipo-essência, evidenciando, assim, a característica universalizante do conhecimento matemático. Essa característica é capital para a ciência, pois permite compreender e identificar o caráter estruturante do conhecimento matemático num sentido amplo, ou seja, do reconhecimento da matemática como estruturante, nas mais diversas áreas do conhecimento humano.

O objeto matemático representado pelo modelo matemático tipo-essência poder ser recontextualizado em novas situações, agora desenvolvidas com o objetivo de explorar as diversas características desse objeto, por exemplo, as propriedades.

O processo de contextualização, descontextualização e recontextualização pelo qual passa o conhecimento matemático possibilita a existência de diferentes interpretações para o modelo matemático tipo-essência dos objetos matemáticos em diversos campos da ciência. No presente projeto, especificamente, para a área de administração. Destarte, tais interpretações possibilitam entender que esses modelos podem ser utilizados universalmente, independentemente do contexto sócio-tempo ou mesmo de uma área específica do conhecimento científico, desde que respeitado o domínio de existência do mesmo.

Nesta pesquisa salienta-se a relevância do contato com a contextualização, a descontextualização e a matematização do conhecimento matemático no processo de ensino e de aprendizagem do mesmo, tanto por parte dos professores quanto dos alunos.

5.1.1 Integração Teórica

As ideias propostas por Descartes (1596-1650), apresentadas no

primeiro capítulo da presente pesquisa, acabaram por gerar o paradigma da redução, que disjunta e descontextualiza o conhecimento, e exerceram forte influência na ciência. Entretanto, a ciência atual tem levado fortemente em consideração o paradigma da complexidade, devido ao seu poder explicativo e alto grau de abrangência de análise objetiva e subjetiva, embora não tenha abandonado o paradigma da redução. Nesse sentido, o desenvolvimento do conhecimento para a ciência tem ocorrido em ambos os paradigmas, mas, sendo assim, como é possível que ela evolua em seus conceitos com um “pé” em cada um deles?

Considerando que a complexidade oferece abundantemente condições para a contextualização do conhecimento científico e o paradigma da redução caminha no sentido da descontextualização por meio da exploração de seus contextos fragmentados, pode-se afirmar que esses paradigmas sejam opostos, como apresentados na figura 26?



Figura 26 – Paradigmas
Fonte: do autor

Como é possível pensar em trabalhar com a matemática no paradigma da complexidade se seu fundamento estrutural paira sobre a descontextualização e conseqüentemente sob o paradigma da redução? Como é possível realizar um trabalho de integração entre a matemática e a administração, se esta se apresenta fundamentalmente em um domínio complexo?

É inegável a evolução da matemática no paradigma da redução, o qual possibilita conhecer e trabalhar com a estrutura do conhecimento matemático bem como com os modelos oriundos de sua descontextualização. Contudo, é difícil conceber a matemática, enquanto ciência formal, sendo explorada somente no domínio contextual complexo.

A matemática apresenta a característica basilar de captar a essência dos conhecimentos contextuais do mundo físico em termos estruturais e representá-la na forma de modelos matemáticos, oriundos de generalizações universalizantes. Ou seja, além de possibilitar o acesso à estrutura do conhecimento de forma clara, a

matemática evidencia, por meio de sua força explicativa lógico-racional, a possibilidade de oferecer à existência outras interpretações, pertencentes ao mesmo domínio, existentes em diversos contextos sociais, culturais e temporais, o que viabiliza e fortalece a capacidade preditiva dessa ciência formal. Essa é a essência lógico-racional da matemática.

Ao desempenhar sua função de aplicação, a matemática percorre um caminho diferente das ciências factuais que têm norteado seus desenvolvimentos, hodiernamente, no retorno à contextura da complexidade, procurando atender aos anseios da visão holística e contextualizada do mundo físico, como apresentado nas figuras 27 e 28.

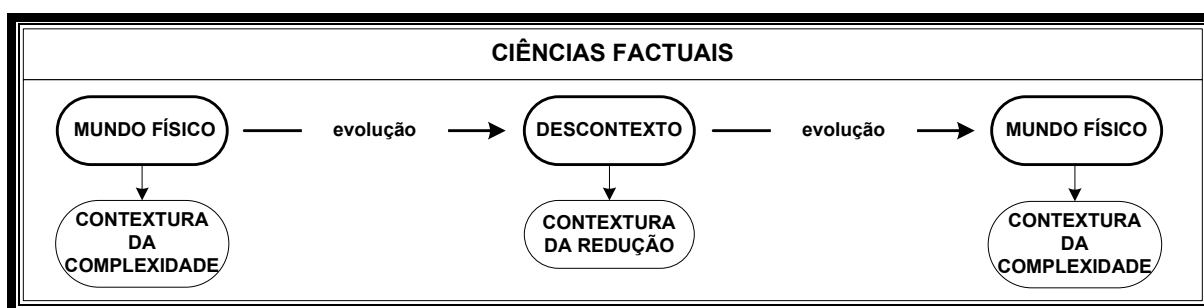


Figura 27 – Ciências factuais

Fonte: do autor

As ciências factuais, de um modo geral, têm procurado mudar de um desenvolvimento descontextualizado (embora seja inegável o progresso e a evolução gerados por essa ação) para um contextualizado, capaz de viabilizar a previsão e avaliação de seu impacto no universo. O problema com a descontextualização surge quando ela é empregada sem responsabilidade ética ou social, ocasionando danos quase que irreparáveis à natureza existencial de cada uma delas (LACEY, 2008).

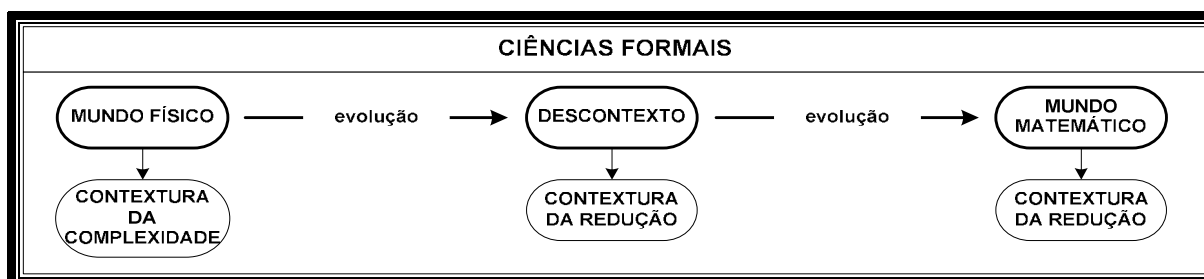


Figura 28 – Ciências formais

Fonte: do autor

A matemática, que compõe as ciências formais, guia seu desenvolvimento da contextura complexa da realidade física para o descontexto, no âmbito da redução e, desse, para o mundo do conhecimento matemático, cujo desenvolvimento e evolução ocorrem na contextura da redução.

A natureza complexa é imanente ao mundo da realidade física. No entanto, a preocupação com essa complexidade ganhou destaque somente há algumas décadas. Assim, a matemática, que também faz parte dessa natureza, habita tanto a contextura da complexidade quanto a da redução.

Considerando as ideias até então apresentadas, a contextualização do conhecimento científico mostrada no diagrama da figura 26 pode ser readequada segundo um diagrama retroativo exposto na figura 29.



Figura 29 – Circuito retroativo dos paradigmas
Fonte: do autor

Retornando à questão inicial, é possível pensar em trabalhar as contexturas de complexidade e redução integrando a matemática e a administração. Embora, à primeira vista, elas aparentem ser diferentes, uma análise mais acurada revela que ambas interagem segundo uma interdisciplinaridade suplementar.

O ponto de partida é a exploração da natureza da realidade física complexa dos fenômenos da administração. Ao explorar esses fenômenos, um deles pode ser selecionado para estudo a partir da identificação das variáveis relevantes à sua análise. Essa identificação é crucial para o entendimento do mesmo, pois as relações estabelecidas pelas variáveis é que possibilitarão a produção dos modelos matemáticos. Sendo assim, a escolha errada das variáveis pode implicar em uma análise distorcida ou equivocada da realidade da administração.

A seleção de um fenômeno bem como das variáveis faz com que o processo de análise do mesmo desenvolva-se na contextura da redução. Nesse momento, dá-se a integração das variáveis do campo da administração com elementos matemáticos por meio dos componentes da matematização horizontal e vertical. Essa interação ocorre segundo uma interdisciplinaridade suplementar, que

possibilita a integração teórica entre as estruturas presentes em ambos os campos. Nesse processo, a habilidade de matematizar ganha destaque, ou seja, quanto mais conhecimento e habilidade em lidar com as estruturas matemáticas, mais fácil será o processo de construção dos modelos matemáticos contextualizados.

A matematização vertical, servindo-se da generalização e do estabelecimento de padrões dos objetos matemáticos, possibilita a abstração de seus elementos e propriedades, produzindo, assim, os modelos matemáticos tipo-essência. Nessa ocasião, a interdisciplinaridade suplementar atinge seu ápice, integrando as estruturas teóricas de uma ciência factual – administração – com as de uma ciência formal – matemática – a partir da qual forma-se um amálgama em que os elementos de ambas as ciências apresentam-se imbricados de tal forma que não é possível mais considerar uma ou outra, mas a relação entre elas.

Essa ação interdisciplinar é que permite a integração entre as contexturas da complexidade e da redução. É nessa etapa do processo que se dá a passagem de um contexto para o outro. Contudo, após a conclusão do processo de matematização, com a obtenção dos modelos matemáticos, é possível ampliar a interpretação desses modelos em outros contextos da administração, ou seja, há uma recontextualização do modelo matemático tipo-essência.

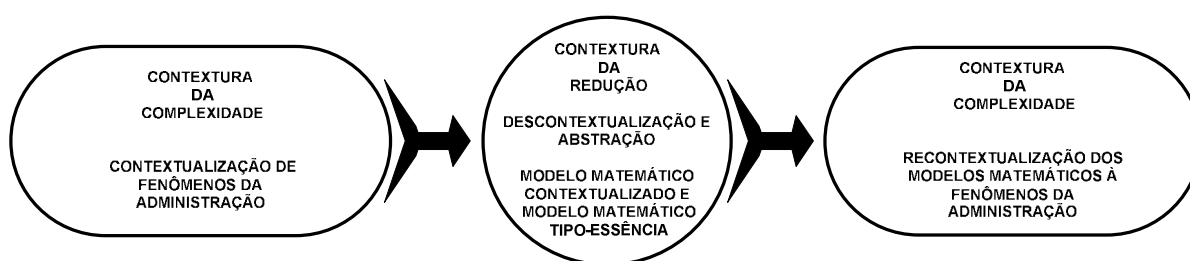


Figura 30 – Dinâmica paradigmática I
Fonte: do autor

O modelo matemático tipo-essência é fundamental, pois que possibilita a identificação da estrutura abstrata e universalizante que constitui a essência da matemática. Essa estrutura é universalizante justamente porque se aplica e se aplicará não somente à análise dos fenômenos da administração, como também aos mais diversos contextos das demais ciências.

Nessa etapa do processo, há o retorno da contextura da redução para a da complexidade, permitindo novas interações interdisciplinares ou recontextualizações.



Figura 31 – Dinâmica paradigmática II
Fonte: do autor

As idas e vindas entre as contexturas da complexidade e da redução possibilitam a existência de um circuito retroativo, como apresentado na figura 32.

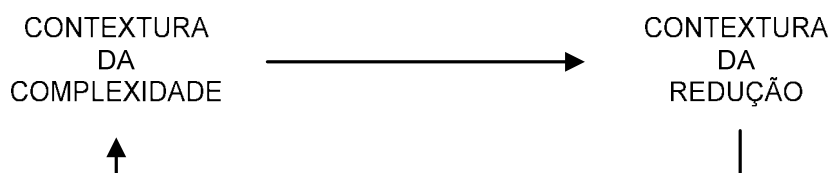


Figura 32 – Circuito recursivo contextual
Fonte: do autor

Esse circuito mostra a dinâmica que existe entre duas contexturas coexistentiais, evidenciando suas complementaridades, concorrências e antagonismos. Complementaridade, visto que um auxilia o outro para fazer sentido em uma contextura universal. Concorrentes, pois tanto a contextura da complexidade quanto a da redução concorrem em um mesmo sistema, ora convergindo, ora divergindo. Antagônicos, porque são contexturas com procedimentos contrários. Enquanto um fundamenta-se na contextualização, o outro se fundamenta na descontextualização. Enquanto um busca integração, o outro busca fragmentação.

O arcabouço teórico exposto nesse item mostra um procedimento de integração dos elementos de duas áreas distintas do conhecimento científico, no

domínio educacional, utilizados na elaboração da proposta pedagógica. Os pressupostos gerais dessa proposta são apresentados no item 5.2.

5.2 PRESSUPOSTOS GERAIS DA PROPOSTA PEDAGÓGICA

A proposta pedagógica exposta nesta pesquisa não tem a pretensão de oferecer um material completo do ensino introdutório da disciplina de matemática para o curso de administração. A intenção é apresentar “uma proposta” contendo algumas atividades, bem como algumas ideias que podem ser implementadas no ensino dessa disciplina, segundo uma abordagem que contempla os referenciais teóricos aqui trabalhados. É importante salientar que a presente proposta pode ser utilizada em outros contextos sócio-culturais, desde que passe pelas adaptações necessárias a cada contexto.

A construção de uma proposta pedagógica envolve uma série de cuidados didático-pedagógicos. Primeiramente, deve ser considerado o nível de ensino no qual ela será aplicada, no caso desta, o ensino superior.

O segundo passo envolve a escolha do curso para o qual será destinada a proposta, essa etapa possibilitará o contato com o contexto do mesmo. O curso escolhido para ser explorado, neste trabalho, foi o de administração.

Já o terceiro passo abarca o contato com a proposta político pedagógica do curso selecionado – administração – com o intuito de conhecer a estrutura do mesmo, o perfil desejado do profissional e as competências e habilidades que se espera que o ingresso do curso desenvolva durante a formação. Todas essas informações devem ser aliadas ao contexto sócio-histórico-cultural da instituição para comporem o quadro que possibilitará a escolha dos conhecimentos matemáticos que podem ser trabalhados no curso, bem como a profundidade do trabalho a ser desenvolvido com esses conhecimentos.

Uma vez que os conteúdos matemáticos estejam definidos, a escolha de uma metodologia de ensino que se adeque ao(s) conhecimento(s) matemático(s) e ao curso selecionado, torna-se essencial.

Após o planejamento e o preparo das atividades, segundo a metodologia escolhida, dá-se a implementação do mesmo. Como última etapa do

processo, cabe ao professor investigar a aprendizagem dos alunos, por meio de instrumentos de avaliação, com a intenção de analisar se as atividades propostas foram realmente adequadas para o trabalho proposto; se a metodologia utilizada foi adequada; se é possível avançar com o conteúdo, ou se é necessário retomá-lo. Os instrumentos de avaliação podem compreender a observação direta do professor quanto ao desempenho do aluno, a análise de atividades desenvolvidas por eles, ou de trabalhos realizados, seja individual, seja em grupo, por exemplo. Uma apresentação mais detalhada da avaliação empregada na proposta pedagógica é apresentada no item 5.2.1.

A investigação da contextura complexa da realidade física por parte dos alunos, de acordo com a abordagem metodológica para uma integração conciliadora, constitui um dos pontos fortes desta proposta. Em meio a uma contextura complexa, é necessário que um fenômeno a investigar seja escolhido e que decisões a respeito da escolha de variáveis do mesmo, em função do(s) objetivo(s) almejados na investigação, sejam tomadas coerentemente, tendo em vista que tais escolhas podem inviabilizar todo o processo operacional. Essa decisão, quando realizada individual ou grupalmente, não é fácil, pois exige a análise de um sistema cuja natureza é complexa e que se apresenta de forma alógica, com uma organização aleatória e desarranjada.

A partir do momento que o contexto e suas variáveis foram selecionadas, dá-se início ao processo de matematização com vistas à obtenção dos modelos matemáticos e à solução do problema analisado.

No tocante à estratégia de ensino, é proposto que os trabalhos sejam realizados em grupos, devido à grande quantidade de alunos ingressantes no ensino superior. O trabalho em grupo pode estimular positivamente aqueles que estão a algum tempo sem estudar, ou que não apresentam muita afinidade com a matéria, mas se sentem desafiados a resolver as atividades, devido a discussão suscitada pelo grupo.

Mas como avaliar se a proposta pedagógica desenvolvida nesta pesquisa é, de fato, eficiente para o ensino introdutório do conhecimento matemático voltado ao curso de administração?

Para analisar a coerência, consistência e organização da estrutura da proposta, primeiramente, ela passou pelo crivo de cinco profissionais que atuam no ensino superior, sendo três professores de matemática, um professor de

administração e um professor de economia que ministra aula no curso de administração. O segundo crivo corresponde à análise os dados coletados na aplicação da proposta, realizada por meio da análise textual discursiva das atividades desenvolvidas pelos alunos, com o intuito de avaliar tanto os procedimentos da matematização envolvidos na solução dos problemas, quanto a apreensão da integração entre os conceitos administrativos e matemáticos trabalhados. Essa análise será apresentada no capítulo 6 desta pesquisa.

O próximo item apresenta detalhes do sistema de avaliação sugerido para a proposta pedagógica.

5.2.1 Avaliação

A avaliação constitui um procedimento de análise do desenvolvimento do trabalho pedagógico. Sua principal função é possibilitar ao professor e ao aluno uma análise da inter-relação estabelecida entre o ensino, a aprendizagem e o conhecimento científico, no desenvolvimento do processo pedagógico.

Há diversas concepções de avaliação, contudo, nesta pesquisa, há uma concordância com a perspectiva apresentada pela pesquisadora Buriasco (2000, p. 172), para quem

A avaliação é um questionar sobre o sentido do que é produzido na situação observada. Sendo assim, a avaliação é carregada de subjetividade e, com isso, um processo parcial e necessariamente inacabado. Por isso, é necessário passarmos de uma preocupação centrada no produto (que se pretendia medir, pesar, ...) para uma preocupação centrada no processo de produção, para conhecê-lo e melhorá-lo, e, finalmente, sobre os produtores (professores, alunos, escola, sistema) para ajudá-los.

Na proposta pedagógica são utilizados três tipos de procedimentos avaliativos: avaliação diagnóstica, avaliação somativa e avaliação formativa. A primeira delas é empregada no início de cada unidade de ensino com o objetivo de identificar o conhecimento e as dificuldades apresentadas pelos alunos em relação ao conteúdo que será abordado.

A avaliação somativa é utilizada para avaliar o desempenho do aluno no desenvolvimento de suas atividades. Segundo Cury (2005), essa avaliação considera resultados parciais, pode ser cumulativa e sujeita a critérios que conduzem a uma nota ou conceito, ou seja, essa avaliação é utilizada na proposta pedagógica com o objetivo de atribuir nota ao desempenho apresentado pelos alunos e é responsável por sua aprovação.

Já a avaliação formativa é utilizada para obter informações a respeito do desenvolvimento dos processos de ensino e de aprendizagem. Essas informações, segundo Cury (2005), têm o objetivo de fornecer dados que: revelem o desenvolvimento das habilidades dos alunos em relação à apropriação do conhecimento trabalhado e os orientem na resolução dos problemas detectados; e, guiem o professor na condução da atividade pedagógica no sentido de mostrar-lhe a adequação dos conteúdos trabalhados, da abordagem metodológica de ensino e das estratégias didáticas de ação presentes na proposta pedagógica. O pesquisador Souza argumenta que a avaliação

[...] ao possibilitar o diagnóstico do ensino oferecido pelo professor e do desempenho do aluno, pode ser formadora quando os resultados possibilitarem também uma reflexão sobre a prática que estamos desenvolvendo, isto é, quando os resultados obtidos pelos alunos permitirem ao professor analisar a sua participação na aquisição da aprendizagem e identificar, a partir daí, quais as estratégias mais efetivas e as que precisam ser revistas, quais os processos de aprendizagem os alunos estão construindo, quais as dificuldades que ele mesmo, professor, enfrenta no desenvolvimento do programa. (SOUZA, 1999, p. 148-149).

Para alguns pesquisadores, como Buriasco (2000) e Luckesi (1996), a avaliação atua como um guia pedagógico cuja função é dar pistas ao professor em relação ao processo didático já percorrido, ao desenvolvimento cognitivo do aluno, às estratégias e decisões que devem ser mantidas ou revistas. Em concordância com esses pesquisadores, essa concepção é assumida nesta pesquisa, porém, abrangendo também outro aspecto: a análise da proposta pedagógica desenvolvida especificamente para esta tese.

Ao analisar a proposta pedagógica, o processo avaliativo deve levar em conta a complexidade interdisciplinar que permeia toda a proposta. Mas como avaliar o desenvolvimento do pensamento complexo interdisciplinar? O pesquisador Silva argumenta que

Para o pensamento complexo, aprendizagem e conhecimento são gerados a partir das relações e das interações entre sujeito e objeto, entre indivíduo e contexto. Assim, o fazer pedagógico implica processos de co-construção, de co-determinação e de co-evolução mediante as relações. O importante, então, é o exercício constante de práticas pedagógicas contextualizadas, que promovam reflexões significativas a partir das interações e emoções que circulam no ambiente. (SILVA, 2006, p. 54).

Nesse sentido, é relevante salientar que a proposta pedagógica contempla esses pontos, tais como a abordagem interdisciplinar do conhecimento matemático em meio as contextualizações presentes no âmbito da administração e a possibilidade dos alunos atuarem como co-produtores do conhecimento na interação com a contextura complexa e interdisciplinar da realidade física. Desse modo, a avaliação realizada nas atividades envolve toda a produção do aluno, analisando sua relação com o conhecimento disciplinar existente na contextura da redução e o produto dessa interação com a contextura presente na realidade física que é complexa e interdisciplinar.

Uma atenção maior deve ser dada justamente na interação do aluno com a contextura da realidade física, pois nessa ação não há replicação de atividades e os sistemas estão constantemente se auto-organizando. Essa questão implica no domínio do conhecimento científico das áreas envolvidas na ação interdisciplinar, não somente por parte dos alunos, mas principalmente pelos professores, como comenta Silva (2006, p. 53-54),

A natureza complexa jamais se repete, mesmo que criemos circunstâncias semelhantes às anteriormente vividas; ao contrário, ela se reconstrói mediante processos auto-organizadores que envolvem a totalidade do sistema, tornando cada experiência vivida única e intransferível. Como educadores, precisamos estar atentos e acompanhar de perto as situações criadas nos ambientes de aprendizagem [...].

Levando em consideração as questões apresentadas até o momento, nesta pesquisa a avaliação realizada é contínua, iniciando pela diagnóstica e culminando com o último trabalho produzido pelos alunos e não em atividades pontuais realizadas nos finais dos bimestres. Os instrumentos avaliativos

são diversos, como: resolução de problemas, investigações e reflexões conceituais, realização de trabalhos de campo, entre outros.

Assim, o objetivo da avaliação realizada é diagnosticar e analisar as interações estabelecidas entre o processo de ensino, o processo de aprendizagem e a proposta pedagógica, segundo um circuito retrorecursivo, como apresentado na figura 33.

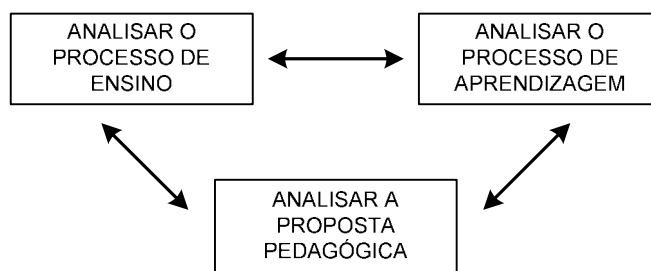


Figura 33 – Avaliação
Fonte: do autor

A avaliação busca analisar o processo de ensino que envolve o trabalho pedagógico desenvolvido pelo professor e suas escolhas pedagógicas, como: a metodologia de ensino empregada; as ações estratégicas de condução e execução da proposta pedagógica; a aprendizagem do aluno com relação às lacunas e/ou dificuldades apresentadas por ele em relação à apropriação do conhecimento científico; e o material pedagógico que envolve a proposta pedagógica e o conhecimento escolar com seus aspectos complexo-interdisciplinares, intrínsecos à contextualização do conhecimento científico. Destarte, o procedimento avaliativo empregado neste projeto é composto pela inter-relação dessas três instâncias.

No próximo item é apresentada a estrutura da proposta pedagógica, bem como as orientações para sua utilização.

5.3 ESTRUTURA E ANÁLISE DA PROPOSTA PEDAGÓGICA E ORIENTAÇÕES PARA SUA UTILIZAÇÃO

A proposta pedagógica, fundamentada nos aportes teóricos apresentados nesta pesquisa, foi estruturada para ser aplicada em uma disciplina

introdutória de ensino de matemática, voltada para o curso de administração. Ela foi produzida para ser desenvolvida em um semestre letivo que contenha 86 h/a. As aulas no curso de administração, normalmente, são geminadas, de modo que 43 aulas foram preparadas.

As atividades de cada aula são precedidas por uma ficha de orientação que apresenta os seguintes itens: a quantificação da aula e da carga horária; a etapa sequência didática na qual a atividade está sendo desenvolvida – intermediação I, II ou autonomia procedimental-metodológica; os objetivos planejados para a aula; os objetos matemáticos envolvidos na aula; os conceitos administrativos envolvidos na aula; a especificação do problema ou da atividade a ser trabalhada na aula; o papel que o professor deve desempenhar durante a aula – observador ou mediador; a especificação da realização da atividade pelos alunos – individual ou grupal; a estratégia de ação do desenvolvimento das atividades na aula; e, sugestão de procedimento de avaliação das atividades desenvolvidas na aula, a nota atribuída a cada avaliação fica a cargo do professor. Não há uma hierarquia com relação à disposição desses itens na ficha. Após a exposição de cada ficha, são apresentadas as atividades da aula.

A intenção de uso dessa ficha, que precede as atividades, é orientar o trabalho do professor com relação às atividades que serão realizadas na aula. Assim, há 43 fichas explicativas que compõem a proposta pedagógica. Com o objetivo de oferecer uma visão sistêmica da organização das aulas, foi criado o quadro 1 (apresentado na terceira página da proposta pedagógica), que mostra a estrutura das 86 h/a, especificando a dinâmica da realização da atividade (individual ou grupal) e a atividade planejada para ser desenvolvida na aula.

O primeiro item da ficha de orientação relaciona-se com a quantificação relativa à aula, por exemplo, 1ª aula, 2ª aula, ..., 43ª aula; e à carga horária trabalhada, como 02 h/a, 04 h/a, ..., 86 h/a.

Já o segundo, refere-se à etapa da sequência didática na qual as atividades estão sendo trabalhadas. Essas etapas compreendem a intermediação I, a intermediação II e a autonomia procedimental-metodológica.

No terceiro item são apresentados os objetivos que se pretende atingir com a aula. Cada aula possui objetivos específicos, estabelecidos a partir do trabalho que se pretende desenvolver na mesma.

Os objetos matemáticos trabalhados na aula são mostrados no quarto item. Embora uma aula tenha o objetivo de trabalhar um objeto matemático, por exemplo, função do 1º grau, outros objetos também são envolvidos, como equação do 1º grau ou sistemas de equações lineares, entre outros. Os conteúdos matemáticos trabalhados na proposta são:

- Função do 1º grau;
- Função do 2º grau;
- Função exponencial;
- Logaritmo;
- Equação do 1º grau;
- Equação do 2º grau;
- Equação exponencial;
- Equação logarítmica;
- Representação gráfica no plano cartesiano;
- Sistemas de equações lineares;
- Determinantes.

O quinto item apresenta os conceitos da administração abordados na proposta pedagógica, sendo que em uma aula pode-se trabalhar mais de um conceito. Os conceitos envolvem conteúdos que serão trabalhados de modo efetivo por profissionais da área – administradores, economistas e contabilistas – em disciplinas como administração financeira, matemática financeira, contabilidade, pesquisa operacional, produção, logística, entre outras. Esses conceitos envolvem:

- Função demanda;
- Função oferta;
- Função receita;
- Função custo;
- Função lucro;
- Ponto de equilíbrio;
- Ponto de nivelamento;
- Função produção;
- Função ganho;
- Montante composto;
- Crescimento populacional;

- Crescimento e decrescimento exponencial.

O sexto item da ficha de orientação especifica o que será abordado na aula, como o problema ou a atividade a ser desenvolvida.

O papel a ser desempenhado pelo professor no processo de ensino e de aprendizagem corresponde ao sétimo item. Dentre os diversos papéis destacam-se, neste trabalho, o de observador das atividades desenvolvidas na aula, de mediador de articulação entre o conhecimento teórico e o aluno, e de orientador do processo de realização de alguma atividade. É importante salientar a relevância do papel do professor na implementação da proposta. Sua função maior será atuar como mediador entre o que pode ser conhecido e quem o conhecerá, ou seja, operar como intercessor entre o conhecimento científico e os alunos. Cabe ao professor instigar os alunos na busca pelo conhecimento, promovendo um ambiente propício para seu desenvolvimento, especialmente com relação à realização de transposições didáticas adequadas na produção dos contextos dos problemas envolvendo a área da administração e a contextura social complexa na qual a instituição de ensino está inserida.

Com relação à realização de atividades, os alunos podem resolvê-las individualmente ou grupalmente. Esse compreende o oitavo item da ficha de orientação. As atividades resolvidas individualmente têm o objetivo de apresentar o desenvolvimento cognitivo a partir da análise das atividades. Já as atividades resolvidas em grupo têm o de promover o desenvolvimento dos alunos por meio da integração de conhecimentos e habilidades de todos os integrantes, com o intuito de estimulá-los a compartilhar suas competências, bem como de participar ativamente das atividades realizadas pelo grupo.

No nono item é apresentada uma estratégia de ação a ser desenvolvida nas atividades propostas na aula que orienta a atuação do professor mediante procedimentos de ação com o trabalho a ser realizado com cada atividade.

Sugestões de procedimentos de avaliação das atividades realizadas em cada aula são propostas no décimo e último item. A nota atribuída a cada avaliação fica a cargo do professor.

A ficha de orientação atua como um parâmetro de direcionamento para a realização de cada aula, não sendo obrigatória a realização literal de todos os

itens propostos nela. O professor tem a liberdade de adaptar à sua realidade sócio-cultural e temporal.

Os problemas que constam na proposta pedagógica foram produzidos com a intenção de fazer com que o aluno desenvolva a capacidade de leitura, interpretação textual e compreensão, pois a falta desses quesitos impossibilita a resolução de qualquer problema. Os alunos devem saber, portanto, coletar informações dos textos propostos; refletir sobre o problema, no sentido de explorar o que ele quer descobrir; separar as informações relevantes aos objetivos da questão das adicionais, que não interessam à questão estudada; encontrar um modo de resolvê-lo e, nesse sentido, é possível que, primeiramente, o faça de forma intuitiva e, posteriormente, de modo mais sintetizado com o auxílio de modelos matemáticos contextualizados e tipo-essência; analisar a coerência da resolução, desde a leitura do enunciado e tomada de dados até a solução final, com o objetivo de analisar se há sentido nesse resultado e se os procedimentos algébricos matematizados estão corretos.

O primeiro problema de cada unidade de ensino tem a função de levar o aluno a resolvê-lo, segundo os conhecimentos prévios que cada um deles possui, de forma intuitiva e sem a intervenção do professor. Essa resolução, quando possível devido à sua complexidade dos problemas e a carga de conhecimentos prévios que os alunos apresentam, pode tornar-se extensa e exaustiva, pois normalmente ela é realizada por meio de operações elementares – adição, subtração, multiplicação e divisão – viabilizando, assim, a ocorrência de equívocos nos cálculos e conduzindo a resultados finais somente *próximos* do esperado.

Essa dificuldade encontrada pelos alunos, referente ao longo processo de resolução é proposital, pois a ideia é fazer com que eles percebam que podem utilizar operações mais complexas que as operações elementares, porém de resolução rápida e eficaz. Assim, é sugerida uma nova forma de resolver do problema, de modo mais sistematizado e sintético, usando a matematização com seus componentes horizontal e vertical contextualizados, os quais possibilitam a produção de modelos matemáticos contextualizados, a partir do estabelecimento de generalizações.

Esses problemas abordados no início de cada unidade de ensino pertencem à etapa da intermediação I da sequência didática. Já os demais, pertencentes à etapa da intermediação II, têm o propósito de atuar como

oportunidade para fixação dos conceitos e operações envolvidos na resolução dos problemas propostos nessa etapa.

A análise matemática de problemas pode ser realizada não só algebricamente, como também por meio da representação gráfica cartesiana, a qual é abundantemente explorada no contexto da administração.

A proposta pedagógica foi produzida com a intenção de contemplar conteúdos e métodos de resoluções de problemas normalmente abordados por autores de livros de matemática voltados aos cursos de administração, economia e ciências contábeis, como Leithold (2001), Medeiros Silva *et al.* (1999), Veras (1999), Weber (1986), entre outros.

Um exemplo dessa afirmação pode ser a obtenção dos modelos matemáticos contextualizados. Quando essa obtenção não é viabilizada pelas generalizações, faz-se necessário encontrar outro procedimento que pode ser por meio da operação de determinante ou da equação fundamental da reta, envolvendo o uso da trigonometria. Em geral, é comum encontrar a primeira resolução em livros da área, o que fez com que ela também fosse adotada na proposta.

Na conclusão de cada etapa da intermediação II há a obtenção do modelo matemático tipo-essência inerente a cada objeto matemático estudado – função do 1º grau, função do 2º grau e função exponencial. Por exemplo, a análise da estrutura dos modelos matemáticos contextualizados obtidos nos problemas da primeira unidade de ensino, e que envolve a função do 1º grau, possibilita notar que a estrutura algébrica desses modelos é idêntica e que, por meio da descontextualização, podem ser representadas pela estrutura universalizante desse conhecimento matemático. Tal estrutura é reconhecida como modelo matemático tipo-essência da função do 1º grau, como apresentado na figura 34.



Figura 34 – Obtenção do modelo matemático tipo-essência
 Fonte: adaptado de Luccas e Batista (2010b)

A figura 34 mostra como é possível alcançar o modelo matemático tipo-essência de um tipo específico de função – a função do 1º grau – todavia os modelos de outros tipos de funções também podem ser obtidos. A figura 35, de um modo sucinto, apresenta a representação de alguns desses modelos que compõem o campo das funções. É importante salientar que essas representações só assumem o caráter de modelos matemáticos tipo-essência quando interpretados segundo um contexto.

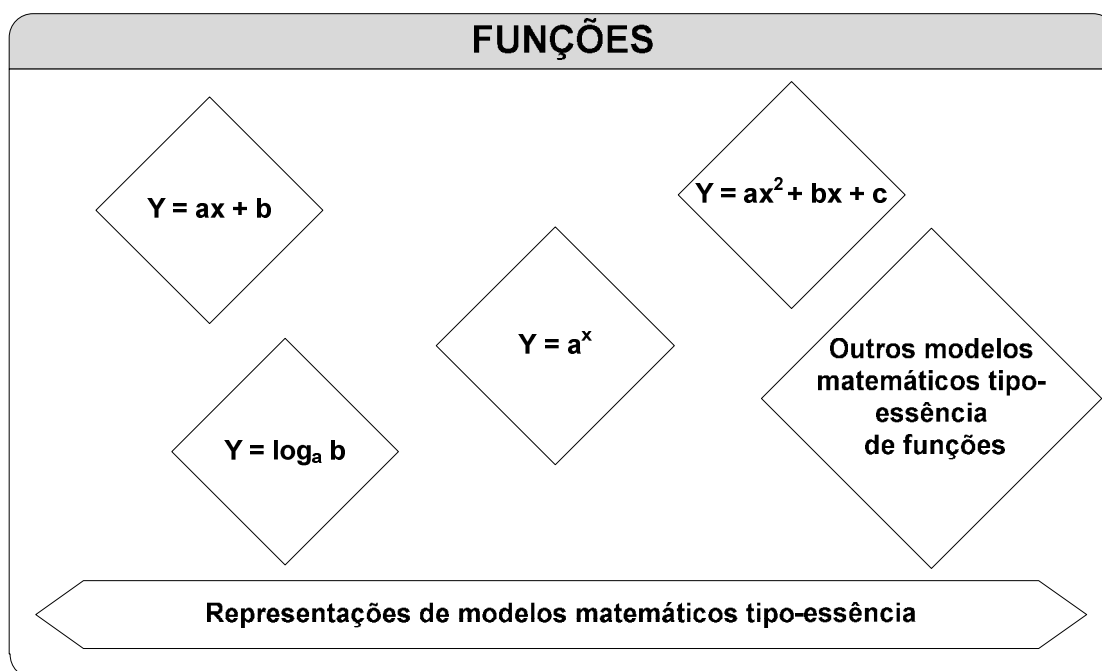


Figura 35 – Exemplos de modelos matemáticos tipo-essência das funções
 Fonte: do autor

A resolução de problemas matemáticos permeia, de algum modo, muitas metodologias de ensino. Isso não é diferente na metodologia adotada para nortear a proposta pedagógica desta pesquisa – a abordagem metodológica para uma integração conciliadora. A busca pela análise matemática e pela solução de problemas tem estimulado o estudo da mesma, inclusive no ensino. Nesse sentido, Posamentier e Krulik (2009, p. 2) defendem que “[...] a resolução de problemas fornece a razão para o ensino de habilidades de aritmética”. Embora os autores tenham restringido ao campo da aritmética, nesta pesquisa, tal questão é vista como a fornecedora de razões para o ensino de todos os campos da matemática.

A estratégia de utilização da resolução de problemas pode desenvolver muitas habilidades matemáticas, além de propiciar o acesso a esse conhecimento científico formal, principalmente quando utilizada até a obtenção dos modelos matemáticos tipo-essência.

De acordo com o esquema da produção epistemológica do conhecimento científico, apresentado na figura 20 (p. 153), o trabalho completo com os problemas envolve a decisão sobre as variáveis relevantes à análise do problema; o emprego da matematização conveniente à solução do mesmo; a produção de modelos matemáticos contextualizados e a obtenção de modelos matemáticos tipo-essência.

A questão é que nem sempre esse trabalho completo é realizado e, dessa maneira, a resolução de problemas, enquanto metodologia de ensino, nem sempre atinge a eficácia desejada. Normalmente, o trabalho com essa metodologia é realizado de forma incompleta e de dois modos, sendo um deles equivalente à primeira parte do processo da construção epistemológica do conhecimento e o outro equivalente à segunda parte.

Um dos processos envolve a tomada das variáveis e as operacionalizações convenientes à solução dos problemas; a produção de modelos matemáticos contextualizados e, às vezes, a obtenção dos modelos matemáticos tipo-essência.

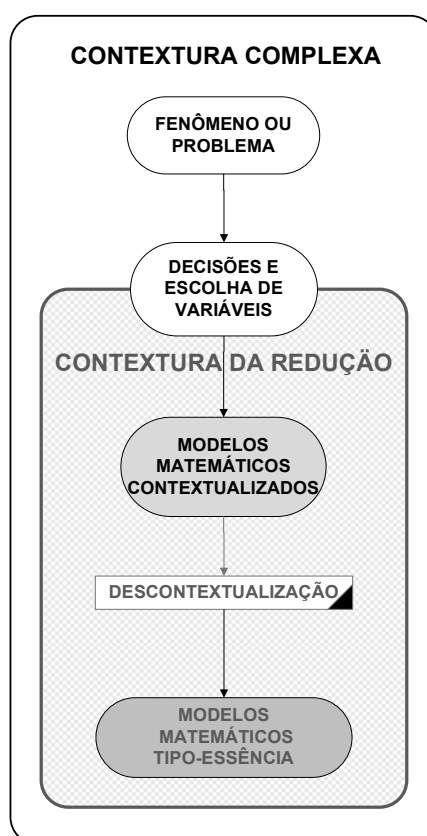


Figura 36 – Resolução de problemas I
Fonte: do autor

Nesse processo parcial de resolução, o aluno consegue até enxergar possíveis aplicações da matemática em outras áreas do conhecimento humano, porém não consegue perceber e desenvolver o trabalho de abstração e construção de modelos matemáticos tipo-essência, que são fundamentais à

matematização e constituem o cerne do trabalho matemático, caso ele não tenha sido sistematizado.

O segundo processo incompleto envolve a resolução dos problemas a partir da utilização dos modelos matemáticos tipo-essência, no qual são aplicados valores oriundos do enunciado descrito diretamente no modelo; é realizada a operacionalização e concluída a atividade. Nesse tipo de resolução, há uma ênfase exagerada no processo de matematização das operações contidas na atividade com significado somente no contexto matemático, desvinculada de qualquer significado com a contextura da realidade física complexa. Geralmente, não é construída uma releitura do modelo matemático tipo-essência a outros contextos.

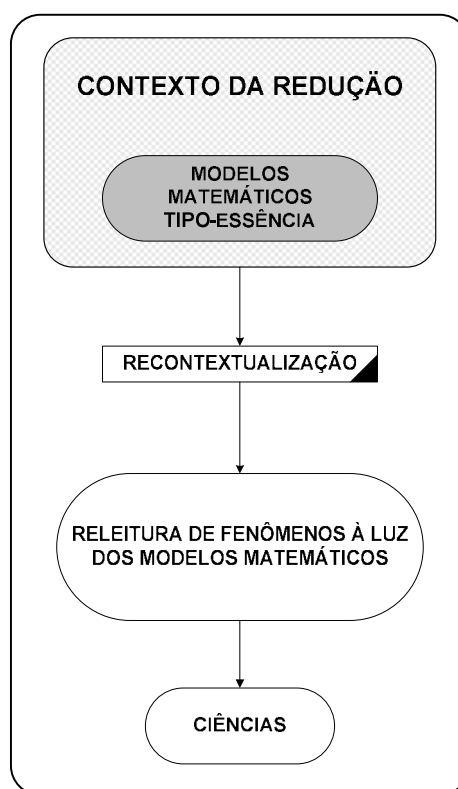


Figura 37 – Resolução de problemas II
Fonte: do autor

Esse processo foi utilizado abundantemente pela abordagem tradicional de ensino, na qual a ênfase do trabalho é atribuída ao processo de matematização. Isso fez com que a matemática se distanciasse das outras áreas de conhecimento e deixasse de fazer sentido para os alunos.

O desenvolvimento desse processo possibilitou que atividades desprovidas de contextos fossem empregadas no ensino com o intuito de promover

o desenvolvimento de habilidades operacionais e algorítmicas do conhecimento matemático, o que ocorreu largamente, mas que gerou frustrações entre os envolvidos no processo de aprendizagem, já que aprendiam algo que dificilmente seriam capazes de reconhecer e aplicar. Sem contar o isolamento a que remeteu a matemática, formando um abismo entre ela e as demais ciências factuais.

Neste projeto, a resolução de problemas, integrante parcial da abordagem metodológica para uma integração conciliadora, será utilizada em sua forma completa, integrando todos os procedimentos necessários à compreensão do problema oriundo do fenômeno ou da situação estudada, como apresentada no circuito da produção epistemológica do conhecimento científico, mostrado na figura 20 (p. 153), presente no terceiro capítulo deste trabalho.

6 ANÁLISE E SÍNTESE DOS DADOS

Este capítulo apresenta duas análises de dados. A primeira foi realizada nos estudos que cinco professores (das áreas de matemática e administração) fizeram da proposta pedagógica, avaliando questões relativas aos seus aspectos didático-sintáticos, didático-metodológicos, pedagógicos da aprendizagem, interdisciplinares e da complexidade. E, a segunda, realizada nas atividades produzidas pelos alunos que participaram da aplicação da proposta. A metodologia de análise de dados empregada foi a da *análise textual discursiva*.

6.1 PERFIL DOS PROFESSORES QUE ANALISARAM A PROPOSTA PEDAGÓGICA

A proposta pedagógica, apresentada neste trabalho, foi entregue aos professores juntamente com um guia³⁶ para nortear sua análise. Nesse guia são apresentados, sucintamente, os objetivos almejados; os aspectos gerais, estruturais e metodológicos; e a sequência didática utilizada para estruturar a proposta.

Essa proposta foi analisada intersubjetivamente por cinco profissionais voluntários que trabalham no nível superior de ensino. Com relação à formação acadêmica, três deles possuem licenciatura em ciências e habilitação em matemática, um é formado em administração e o quinto em ciências econômicas. Todos os professores concordaram com a exploração dos dados de suas análises documentados assinando um termo de consentimento, apresentado no apêndice E desta pesquisa.

Além da graduação todos os professores possuem o curso de mestrado. Os de matemática, no campo de ensino de ciências e educação matemática, e os dois outros professores, no campo da administração.

Com relação à atuação profissional dos professores de matemática, todos atuam no ensino superior, sendo dois em cursos ligados à administração (ciências contábeis, gestão ambiental, processos gerenciais), e ambos com três

³⁶ Apêndice C.

anos de experiência no ensino superior. O terceiro, com cinco anos de experiência nesse nível de ensino, atua em cursos voltados para a área biológica, contudo pretende atuar em cursos de administração a partir de 2011.

Quanto aos professores de administração, um deles (administrador) possui experiência em gestão empresarial, atuando principalmente no planejamento estratégico, estruturação organizacional e gerenciamento acadêmico; no que diz respeito à docência acadêmica, há sete anos administra aulas no ensino superior de fundamentos de administração; organização, sistemas e métodos; responsabilidade social; e gestão ambiental. Já o segundo professor de administração (economista), possui experiência em administração de empresas, atuando principalmente na competitividade e gestão ambiental; e, na docência acadêmica, há sete anos trabalha com as disciplinas de gestão da transformação organizacional; tópicos avançados em gestão ambiental; comércio internacional; planejamento e gestão estratégica de negócios; macroeconomia e ambiente empresarial; responsabilidade social empresarial; e, metodologia e técnica de pesquisa em administração.

Após o delineamento do perfil dos professores, o próximo item apresenta a análise de suas reflexões e impressões a respeito da proposta pedagógica.

6.1.1 Análise das Respostas dos Professores

Neste tópico será realizada a análise dos dados contidos nos questionários respondidos pelos professores, já apresentados no item 6.1 deste capítulo, a respeito da proposta pedagógica produzida nesta pesquisa. Trata-se de uma metanálise desenvolvida a partir de uma reflexão das impressões expressas pelos professores acerca da proposta, segundo a análise textual discursiva.

Os questionários, antes de serem respondidos, passaram pela análise intersubjetiva de um grupo multidisciplinar composto por seis profissionais. Dois deles são professores do curso de administração, sendo um especialista e outro mestre na área; uma matemática e um biólogo, ambos doutorandos na área de ensino de ciência e educação matemática; uma física e um geógrafo, mestrandos na área de ensino de ciência e educação matemática. Os quatro profissionais que não

são administradores integram o mesmo grupo de pesquisa, o que garante uma coerência metodológica e contextual à análise. O objetivo desse cuidado metodológico foi o de rastrear possíveis imprecisões e equívocos nas questões contidas nos questionários.

À luz da análise textual discursiva, na fase de pré-análise, os questionários respondidos pelos professores foram selecionados para constituírem o *corpus* empírico a ser submetido aos procedimentos analíticos. É salutar informar que foram produzidos dois questionários, apresentados nos apêndices A e B desta tese, sendo um voltado à análise matemática da proposta e, portanto, respondido pelos professores dessa área, o outro, estudado por professores da administração, voltado a aspectos da administração.

Os questionários apresentam alguns aspectos diferentes, por exemplo, o de matemática busca compreender se a integração entre conteúdos matemáticos e da administração, que compõem cada uma das três unidades de ensino, estão adequados ou não; ao passo que o de administração procura analisar se os conteúdos de administração trabalhados interdisciplinarmente com determinados conteúdos de matemática estão propostos de forma adequada. Todavia, a maior parte das questões apresentadas nos questionários possui o mesmo foco de investigação, por exemplo, em ambos é analisado se os conhecimentos relativos a cada área estão abordados de forma clara, correta e organizada; se a *abordagem metodológica para uma integração conciliadora* é adequada para uma proposta de ensino da matemática voltada ao curso de administração; se houve interação interdisciplinar entre as áreas de administração e de matemática; entre outros.

Alguns cuidados metodológicos foram tomados, entre eles, a regra de exaustividade foi aplicada, pois todas as respostas foram consideradas na análise. Com relação à representatividade, não foi trabalhado com amostra, ou seja, todos os questionários foram analisados homogeneamente. Quanto à pertinência desse *corpus*, os questionários correspondem aos objetivos pretendidos de análise da adequação de uma proposta de ensino introdutório do conhecimento matemático voltado ao curso de administração.

Na exploração do material, fase seguinte da análise textual, constituiu-se a organização e a codificação dos dados brutos presentes no *corpus*, agregados em unidades.

No processo de organização, foram identificadas, no *corpus* empírico, dez unidades de análise que foram previamente estabelecidas. Entretanto, a presente análise textual suscitou uma especificação mais detalhada de cada uma dessas unidades, denominada, neste trabalho, de subunidades de análise, de modo que foi sistematizado um total de vinte e nove dessas subunidades, também estabelecidas previamente.

Cada unidade ou subunidade foi nomeada com uma palavra ou pequena frase, cuja função é atribuir um significado característico a cada um delas. É relevante observar que esses significados não foram cunhados de forma aleatória, mas sim reconhecidos no contexto de investigação a partir da fundamentação teórica desenvolvida na pesquisa.

A decodificação das subunidades e unidades foi estruturada segundo os identificadores simbólicos:

- P1, P2, P3, P4 e P5 – foram utilizados para distinguir os professores que analisaram a proposta pedagógica;
- APPM e APPA – empregados para reconhecer se a análise foi efetuada por um professor de matemática ou de administração, tendo em vista a existência de dois questionários, sendo um de cada área. A tradução literal das siglas é análise da proposta pedagógica realizada por professores de matemática (APPM) e análise da proposta pedagógica realizada por professores de administração (APPA);
- 1ª UE, 2ª UE e 3ª UE – aplicados para identificar a unidade de ensino que está sendo estudada. Essas unidades foram analisadas somente pelos professores de matemática, pois elas foram especificadas somente nos questionários dessa área de conhecimento;
- Q1, Q2, Q3, ..., Q15 – utilizados para apontar a questão analisada no questionário;
- L1, L2, L3, ... – empregado para localizar a(s) linha(s) das respostas que estão sendo utilizadas nas análises.

De posse desse conjunto de subunidades e unidades identificadas, o próximo procedimento implicou na sistematização das categorias, compostas por

conjuntos de unidades de análise agregadas por critérios semânticos de semelhança e graus de pertinência relativos ao tema investigado no *corpus* empírico. A partir das dez unidades de análises foram sistematizadas, previamente, quatro categorias.

As categorias estabelecidas representam aspectos diferentes relativos ao tema da análise (adequação da proposta pedagógica), ou seja, uma não exclui a outra, além de apresentar perspectivas diferentes do mesmo. Todas elas foram cunhadas homogeneamente, mediante os objetivos almejados na pesquisa e norteados pelas questões suscitadas nos questionários (*corpus* empírico).

O tratamento dos resultados do *corpus* empírico é apresentado em quadros que resumem e evidenciam o significado inferido em cada subunidade, acompanhadas de justificações, mediante a apresentação de fragmentos textuais. Nesses quadros, foram acrescentadas algumas reflexões que buscam sintetizar as impressões analisadas nessas subunidades, com o intuito de contribuir com a elaboração do metatexto.

A estrutura geral da análise textual discursiva, realizada nos questionários que os professores de matemática e de administração responderam, após apreciação da proposta pedagógica, foi organizada em quatro categorias, apresentadas na figura 38.

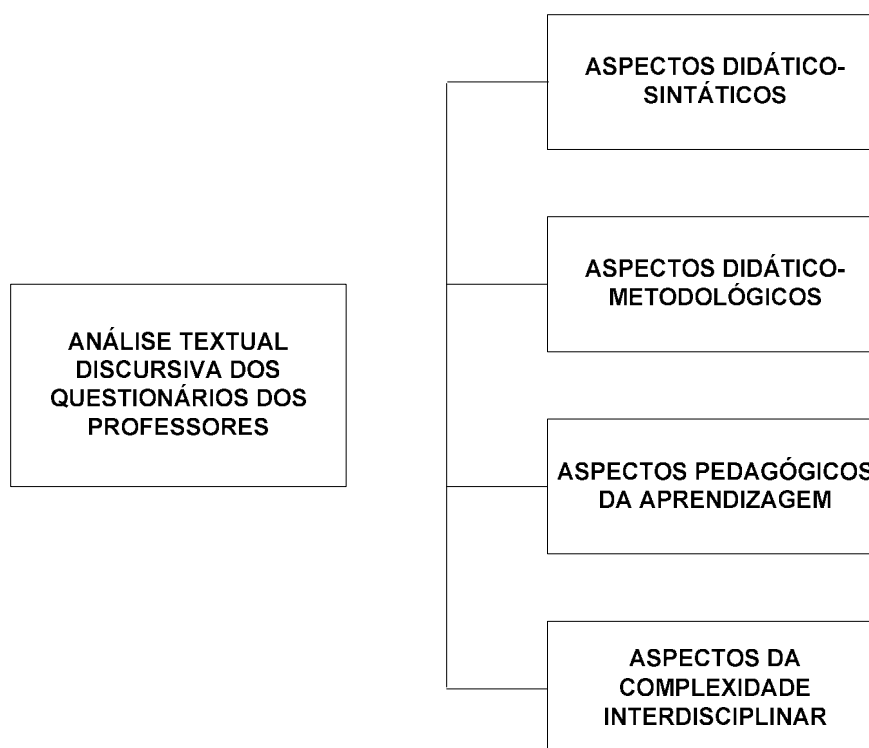


Figura 38 – Categorias prévias da análise textual discursiva dos questionários dos professores

Fonte: do autor

I) CATEGORIA: Aspectos didático-sintáticos prévios

Compreende informações didáticas referentes à estrutura da proposta pedagógica com relação à adequação dos conteúdos matemáticos e dos conceitos da administração trabalhados na proposta, à relevância do estudo desses conteúdos e conceitos em um curso de administração, e ao tempo destinado à realização das atividades em cada aula.

A presente categoria compreende cinco unidades – adequação da estrutura; relevância dos conteúdos matemáticos e dos conceitos da administração; adequação da dinâmica da sequência didática; adequação dos conteúdos matemáticos e dos conceitos da administração e tempo destinado às atividades por aula – e dezesseis subunidades, discriminadas na figura 39.

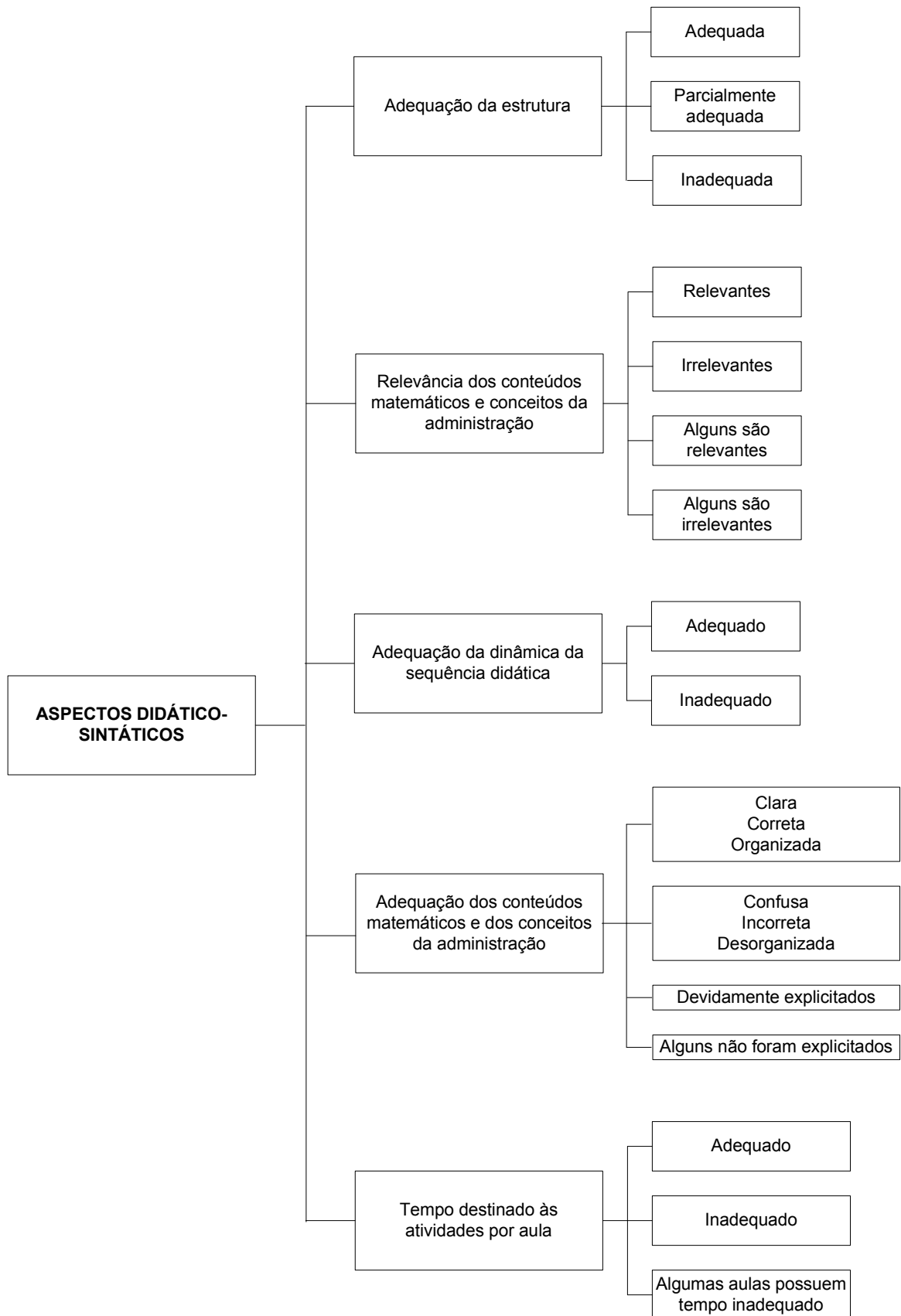


Figura 39 – Categoria prévia dos aspectos didático-sintáticos
 Fonte: do autor

i) Unidade de análise efetiva: adequação da estrutura da proposta pedagógica

Essa unidade tem por objetivo sopesar se a estrutura da proposta pedagógica, disposta em forma de atividades e conceitos atinentes às áreas de matemática e de administração, está adequada e, também, analisar a viabilidade de aplicação da mesma em um curso de administração.

UNIDADE DE ANÁLISE	SUBUNIDADES DE ANÁLISE EFETIVAS
Adequação da estrutura da proposta pedagógica	Adequada
	Viabilizadora

Quadro 10 – Unidade de análise – adequação da estrutura da proposta pedagógica
Fonte: do autor

Subunidade: Adequada	
<p><i>Sim, está adequada.</i> (P1, APPM, Q9, L1), (P2, APPM, Q9, L1), (P4, APPA, Q7, L1), (P5, APPA, Q7, L1)</p> <p><i>Sim. Seguiram uma sequência didática adequada à aprendizagem.</i> (P3, APPM, Q4, L1-2)</p>	
Síntese da subunidade	Todos os professores reconheceram que a estrutura da proposta pedagógica está adequada.
Subunidade: Viabilizadora	
<p><i>[...] Considerando que a referida proposta é aplicada nas séries/semestres iniciais dos cursos de graduação em administração, propiciará aos estudantes os primeiros contatos com conceitos da área de administração que serão melhor compreendidos, aprofundados, no decorrer do curso. Assim sendo, seria interessante a sua aplicabilidade aos estudantes das últimas séries/semestres, talvez com um grau de dificuldade maior.</i> (P5, APPA, Q15, L10-18)</p>	
Síntese da subunidade	<p>O professor P5 argumenta que considera relevante a aplicação dessa proposta pedagógica não somente na primeira série/semestre do curso de administração, mas também nas últimas séries/semestres, com conceitos da administração e conteúdos matemáticos que apresentassem um grau de dificuldade adequado a esse semestre/série, ou seja, maior. Essa subunidade indica que a estrutura da proposta pedagógica é viável para ser trabalhada tanto no início quanto no final do curso, com os conhecimentos sendo adequados para cada série.</p> <p>Essa subunidade não foi pensada previamente, contudo foi constatado na análise textual.</p>

Quadro 11 – Subunidade de análise - estrutura pedagógica adequada
Fonte: do autor

ii) Unidade de análise efetiva: relevância dos conteúdos matemáticos e conceitos da administração

Analisa-se, nessa unidade, se os professores reconhecem como sendo relevantes à formação de um administrador os conteúdos matemáticos de função do 1º grau, função do 2º grau, função exponencial, logaritmos, sistemas de equações lineares e determinantes e os conceitos administrativos de custo total, receita total, lucro total, demanda, oferta, ponto de equilíbrio, ponto de nivelamento (break-even point), função salário, função produção, função ganho e função depreciação, trabalhados na proposta pedagógica.

UNIDADE DE ANÁLISE	SUBUNIDADE DE ANÁLISE EFETIVA
Relevância dos conteúdos matemáticos e conceitos da administração	Relevantes

Quadro 12 – Unidade de análise – relevância dos conteúdos

Fonte: do autor

Subunidade: Relevantes	
<p><i>Sim, todos os conteúdos propostos possuem aplicação direta no cotidiano de um administrador [...]. (P1, APPM, Q1, L1-2)</i></p> <p><i>Sim, são relevantes. (P2, APPM, Q1, L1), (P4, APPA, Q1, L1)</i></p> <p><i>Sim, contribuem para resolver problemas diversos como função oferta, demanda, compreensão da representação gráfica das funções, situações em que há crescimento ou decrescimento, auxilia o administrador na sistematização de problemas, contribuindo para a tomada de decisão. (P3, APPM, Q1, L1-4)</i></p> <p><i>Sim, independentemente se o aluno trabalhe ou irá trabalhar em uma empresa como empregado ou opte por trabalhar como autônomo necessitará dos conhecimentos acima elencados. É importante salientar que na segunda opção, como autônomo, a necessidade do conhecimento é fundamental, pois em sua grande maioria, os autônomos estão vinculados a pequenas empresas, onde o responsável atua em todas as áreas. (P5, APPA, Q1, L1-9)</i></p> <p><i>[...] Considerando que a referida proposta é aplicada nas séries/semestres iniciais dos cursos de graduação em administração, também propiciará aos estudantes os primeiros contatos com conceitos da área de administração que serão melhor compreendidos, aprofundados, no decorrer do curso. (P5, APPA, Q15, L10-15)</i></p>	
Síntese da subunidade	<p>Os professores foram unânimes em concordar com a relevância dos conteúdos matemáticos e dos conceitos da administração trabalhados na proposta pedagógica para a formação de um administrador.</p> <p>O professor P3 comenta que estudar os conteúdos matemáticos por meio da resolução de diversos problemas da área de administração não só algébrica como graficamente, por exemplo, como função oferta, função demanda, pode contribuir para a tomada de decisão do administrador.</p> <p>O professor P5 salienta a importância do conhecimento dos conceitos de administração, tanto para um aluno que futuramente trabalhe em uma empresa ou se torne autônomo.</p>

Quadro 13 – Subunidade de análise – relevância dos conteúdos

Fonte: do autor

iii) Unidade de análise efetiva: adequação da dinâmica da sequência didática

Nessa unidade busca-se investigar a adequação dos conteúdos matemáticos e dos conceitos administrativos nas três etapas da sequência didática, presentes nas três unidades de ensino da proposta pedagógica. Ou seja, investigar se a distribuição dos conteúdos matemáticos em nove etapas da proposta pedagógica está adequada ou não.

UNIDADE DE ANÁLISE	SUBUNIDADE DE ANÁLISE EFETIVA
Adequação da dinâmica da sequência didática	Adequado

Quadro 14 – Unidade de análise – adequação dos conteúdos na dinâmica da sequência didática
Fonte: do autor

Subunidade: Adequado	
Etapa: intermediação I	
<p><i>Adequada. Partindo dos conceitos prévios “constrói-se” os conceitos formais. (P1, APPM, 1ª - 3ª UE, Q8, L1),</i></p> <p><i>Adequada. (P2, APPM, 1ª - 3ª UE, Q8, L1)</i></p> <p><i>Adequada, apresenta o problema contextualizado, proporciona que os conhecimentos prévios, principalmente do ensino fundamental, sejam abordados e diagnosticados. (P3, APPM, 1ª UE, Q8, L1-5)</i></p> <p><i>Adequada, a professora apresenta o problema contextualizado e os alunos poderão apresentar seus conhecimentos prévios [...]. (P3, APPM, 2ª UE, Q8, L1-4)</i></p> <p><i>Adequada, possibilita à professora analisar as estratégias de resolução dos problemas e quais conhecimentos prévios os alunos poderão apresentar. (P3, APPM, 3ª UE, Q8, L1-4)</i></p>	
Síntese da subunidade	Os três professores de matemática concordaram com o fato de que as atividades da etapa – intermediação I – estão adequadas. Os professores P1 e P3 reconheceram que essa etapa proporciona o acesso aos conhecimentos prévios dos alunos.

Etapa: intermediação II	
<p><i>Adequada, ocorre uma ‘frutificação’ a partir dos conceitos formais para conceitos de interesse na área de Administração. (P1, APPM, 1ª-3ª UE, Q8, L1-5)</i></p> <p><i>Adequada. (P2, APPM, 1ª-3ª UE, Q8, L1)</i></p> <p><i>Adequada, nesta etapa as atividades estão adequadas, propiciando o envolvimento dos alunos na atividade, instigando-os a buscar novos conhecimentos, aprofundando nos conteúdos para compreender os modelos matemáticos. Propôs referências bibliográficas para os alunos. (P3, APPM, 1ª UE, Q8, L1-8)</i></p> <p><i>Adequada, as atividades proporcionam mais uma vez o envolvimento e a participação dos alunos, promovendo uma interação constante. (P3, APPM, 2ª UE, Q8, L1-5)</i></p> <p><i>Adequada, [...]. Há maior interação dos conteúdos com o contexto administrativo, favorecendo a organização do pensamento frente aos desafios propostos [...]. (P3, APPM, 3ª UE, Q8, L1-8)</i></p>	
Síntese da subunidade	Houve concordância de todos os professores com relação à adequação das atividades da etapa – intermediação II. O professor P3 comenta que nessa etapa dá-se o aprofundamento dos conteúdos matemáticos, a participação e o envolvimento constante dos alunos na realização das atividades. Nesse mesmo sentido, o professor P1 comenta que ocorre uma “frutificação” que parte dos conceitos formais para os conceitos da administração.

Etapa: autonomia procedimental-metodológica	
<i>Adequada, o aluno 'aventura-se' a por em prática os conceitos aprendidos. (P1, APPM, 1ª – 3ª UE, Q8, L1-3)</i>	
<i>Adequada. (P2, APPM, 1ª-3ª UE, Q8, L1)</i>	
<i>Adequada, proporciona aos alunos explorar contextos diferenciados, coletar dados, decidir sobre as variáveis, tomar decisões, criar parcerias, indo em busca de pessoas que atuam na área. (P3, APPM, 1ª UE, Q8, L1-6)</i>	
<i>Adequada, as atividades instigam mais ainda os alunos para a pesquisa de campo, coleta informações importantes e compreensão da problemática proposta. (P3, APPM, 2ª UE, Q8, L1-5)</i>	
<i>Adequada, os conteúdos aplicados aos problemas financeiros possibilitam aos alunos compreender as situações existentes que exigem do administrador o conhecimento de tais conteúdos, direcionando para tomadas de decisão que traga a eles consequências positivas. (P3, APPM, 3ª UE, Q8, L1-7)</i>	
Síntese da subunidade	Todos os professores reconheceram que as atividades da etapa – autonomia procedimental-metodológica – estão adequadas. Para o professor P1 as atividades dessa etapa possibilitam ao aluno a prática dos conceitos aprendidos. Já o professor P3 argumenta que as atividades proporcionam a exploração de contextos diferenciados, instigam os alunos à pesquisa de campo e que o contato com situações físicas reais pode direcionar a tomada de decisão dos alunos.

Quadro 15 – Subunidade de análise – adequação da dinâmica da sequência didática

Fonte: do autor

iv) Unidade de análise efetiva: adequação dos conteúdos matemáticos e dos conceitos da administração

Nessa unidade é analisada a adequação da abordagem dos conteúdos matemáticos e dos conceitos da administração na proposta pedagógica. A intenção é perceber se os mesmos foram tratados de forma clara ou confusa, apresentados corretamente ou não, estão dispostos de forma organizada ou não, e se todos os conteúdos foram devidamente explicitados ou apenas alguns deles.

UNIDADE DE ANÁLISE	SUBUNIDADES DE ANÁLISE EFETIVAS
Adequação dos conteúdos matemáticos e dos conceitos da administração	Clara Correta Organizada
	Devidamente explicitados
	Alguns não foram explicitados
	Aprimoramento

Quadro 16 – Unidade de análise – adequação dos conteúdos e dos conceitos

Fonte: do autor

Subunidades: Clara, correta, organizada	
<i>Clara, a sequência proposta propicia o aprofundamento gradual com o compromisso de partir de uma realidade pertinente na qual os conceitos se fazem presentes e então passam a ser explorados. (P1, APPM, Q2, L1-4)</i>	
<i>Clara. (P2, APPM, Q2, L1), (P4, APPA, Q2, L1), (P5, APPA, Q2, L1)</i>	
<i>Clara. Apresenta conceitos matemáticos, explicações, exemplos contextualizados, também informações necessárias para a resolução dos problemas propostos. (P3, APPM, Q2, L1-3)</i>	
<i>Correta. (P1, APPM, Q3, L1-3), (P2, APPM, Q3, L1), (P4, APPA, Q3, L1), (P5, APPA, Q3, L1)</i>	
<i>Correta, os conteúdos apresentam-se corretamente, suas fórmulas também. (P3, APPM, Q3, L1-2)</i>	
<i>Organizada, a sequência proposta revela planejamento e estratégia na condução das etapas. (P1, APPM, Q4, L1-2)</i>	
<i>Organizada. (P2, APPM, Q4, L1), (P3, APPM, Q4, L1), (P4, APPA, Q4, L1), (P5, APPA, Q4, L1)</i>	
Subunidade: Devidamente explicitados	
<i>Todos foram explicitados. (P2, APPM, Q6, L1), (P4, APPA, Q6, L1), (P5, APPA, Q6, L1)</i>	
<i>Todos foram explicitados, os conteúdos foram explicitados nos problemas propostos durante a resolução dos mesmos. (P3, APPM, Q6, L1-2)</i>	
Subunidade: Alguns não foram explicitados	
<i>Alguns não foram explicitados, na verdade até foi, mas diferentemente do que está posto. Refiro-me à função logarítmica. Na proposta a abordagem limita-se a conceitos práticos e ao que de fato será necessário à resolução de problemas. Particularmente acho isso muito positivo pois ao verificar a utilidade do “log” na prática – que é o que realmente se faz necessário – há uma quebra de “traumas” que em geral são trazidos em relação a este tema do ensino médio. Penso que foi uma boa medida. (P1, APPM, Q6, L1-9)</i>	
Subunidade: Aprimoramento	
<i>Acredito que ficará mais claro se o termo <i>break even point</i> for substituído por <i>ponto de nivelamento</i>. Ao adotar <i>break even point</i> e posteriormente <i>ponto de equilíbrio</i> pode-se causar confusão para os alunos, pois parece que são a mesma coisa em idioma diferente. (P4, APPA, Q15, L1-8)</i>	
Síntese da subunidade	<p>Todos os professores reconheceram que os conteúdos matemáticos e os conceitos administrativos, pertencentes à proposta pedagógica, foram abordados de forma clara, correta e organizada. Todavia, embora o professor P4 tenha considerado que os conceitos da administração estejam claros, o mesmo indicou a substituição do termo <i>break-even point</i> por <i>ponto de nivelamento</i>, com receio de que os alunos possam fazer alguma confusão, quando for introduzida a terminologia <i>ponto de equilíbrio</i>, já que esta é a tradução de <i>break-even point</i>. Essa subunidade apresenta-se como um aprimoramento da proposta.</p> <p>Com relação à explicitação adequada dos conteúdos matemáticos, houve uma divergência. Enquanto os professores P2, P3, P4 e P5 argumentaram que todos os conteúdos matemáticos foram devidamente explicitados, o professor P1 defende que o conteúdo de função logarítmica foi explicitado parcialmente, sendo trabalhado somente os conceitos práticos e a procedimentos necessários para a resolução de problemas; contudo, o próprio professor considera essa abordagem parcial como algo positivo.</p>

Quadro 17 – Subunidade de análise – adequação dos conteúdos e dos conceitos

Fonte: do autor

v) Unidade de análise efetiva: tempo destinado às atividades por aula

A intenção, com essa unidade, é investigar se os professores concordam com as atividades planejadas para cada aula, em função do tempo destinado à sua realização.

UNIDADE DE ANÁLISE	SUBUNIDADES DE ANÁLISE EFETIVAS
Tempo destinado às atividades por aula	Adequado
	Algumas aulas possuem tempo inadequado

Quadro 18 – Unidade de análise – tempo destinado às atividades

Fonte: do autor

Subunidade: Adequado	
<p><i>Sim, é adequado.</i> (P1, APPM, Q13, L1), (P4, APPA, Q13, L1), (P5, APPA, Q13, L1)</p> <p><i>Sim, tempo adequado, já que as atividades proporcionaram momentos constantes de discussões entre os alunos.</i> (P3, APPM, Q13, L1-2)</p>	
Subunidade: Algumas aulas possuem tempo inadequado	
<p><i>[...] o tempo destinado a pesquisa de campo considero inadequado.</i> (P2, APPM, Q13, L2-3)</p>	
Síntese da subunidade	<p>Os professores P1, P3, P4 e P5 consideraram o tempo, destinado às atividades de cada aula, adequado. O professor P3 argumenta inclusive que o tempo foi suficiente para proporcionar discussões entre os alunos. Já o professor P2 argumentou que o tempo destinado à atividade de campo foi inadequado, porém em uma entrevista com o professor, ele declarou que considera o tempo inadequado caso as aulas ocorram em dias seguidos da semana.</p> <p>Obs: O professor P4, num comentário na questão 15, considerou adequado o tempo destinado à realização das atividades, contudo fez uma ressalva com relação a quantidade de conteúdo que a proposta contempla - ele considera que há muito conteúdo para ser trabalhado somente em 86 h/a, sugerindo que a mesma deva ser implementada em dois semestres de 86 h/a (totalizando 176 h/a) ou em dois semestres com uma disciplina de 86h/a e outra de 43 h/a.</p>

Quadro 19 – Subunidade de análise – tempo destinado às atividades

Fonte: do autor

II) CATEGORIA: Aspectos didático-metodológicos prévios

Nesta categoria, busca-se analisar, didaticamente, a adequação da abordagem metodológica de ensino utilizada na proposta pedagógica.

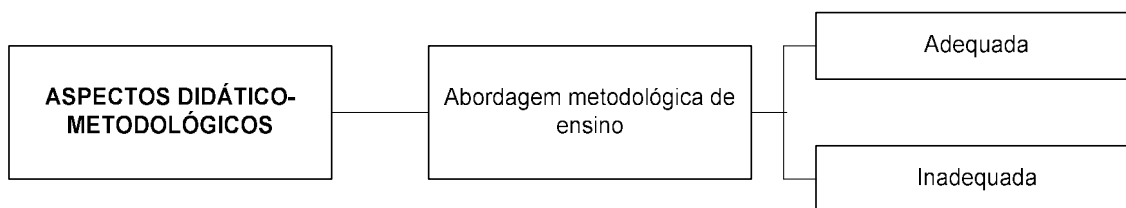


Figura 40 – Aspectos didático-metodológicos prévios
Fonte: do autor

i) Unidade de análise efetiva: abordagem metodológica de ensino

O objetivo dessa unidade é investigar se a *abordagem metodológica para uma integração conciliadora* está adequada ou não à proposta pedagógica de ensino de matemática (voltada aos cursos de administração) apresentada neste trabalho.

UNIDADE DE ANÁLISE	SUBUNIDADE DE ANÁLISE EFETIVA
Abordagem metodológica de ensino	Adequado

Quadro 20 – Unidade de análise – Abordagem metodológica de ensino
Fonte: do autor

Subunidade: Adequada	
	<p><i>Sim, é totalmente adequada, a [...] abordagem sugerida contribui para o estreitamento da relação conteúdo-realidade. (P1, APPM, Q1, L 1-4)</i></p> <p><i>Sim, é totalmente adequada. (P2, APPM, Q5, L1), (P3, APPM, Q5, L1), (P4, APPA, Q5, L1)</i></p> <p><i>Sim, é totalmente adequada, a visualização por parte do aluno, do dia-a-dia da empresa, do seu cotidiano, sendo apresentado/discutido em sala de aula, facilitará sua compreensão bem como estimulará a participação e uma menor resistência às “aulas de matemática”. (P5, APPA, Q5, L1-5)</i></p>
Síntese da subunidade	<p>Todos os professores concordaram com o fato de que a <i>abordagem metodológica para uma integração conciliadora</i> é adequada ao ensino de matemática voltada ao curso de administração. O professor P1 argumenta, ainda, que essa abordagem favorece a relação do circuito conteúdo-realidade. Já o professor P5 salienta que o contato do aluno com o cotidiano de uma empresa pode facilitar a compreensão e participação dos alunos, bem como diminuir a resistência deles com relação às aulas de matemática.</p>

Quadro 21 – Subunidade de análise – Abordagem metodológica de ensino
Fonte: do autor

III) CATEGORIA: Aspectos pedagógicos prévios da aprendizagem

Reúne informações relativas aos procedimentos pedagógicos envolvidos na aprendizagem do conhecimento matemático e dos conceitos da administração. Esses procedimentos implicam na utilização de uma linguagem apropriada ao grau de ensino e no emprego adequado de modelos no ensino do conhecimento matemático no curso de administração.

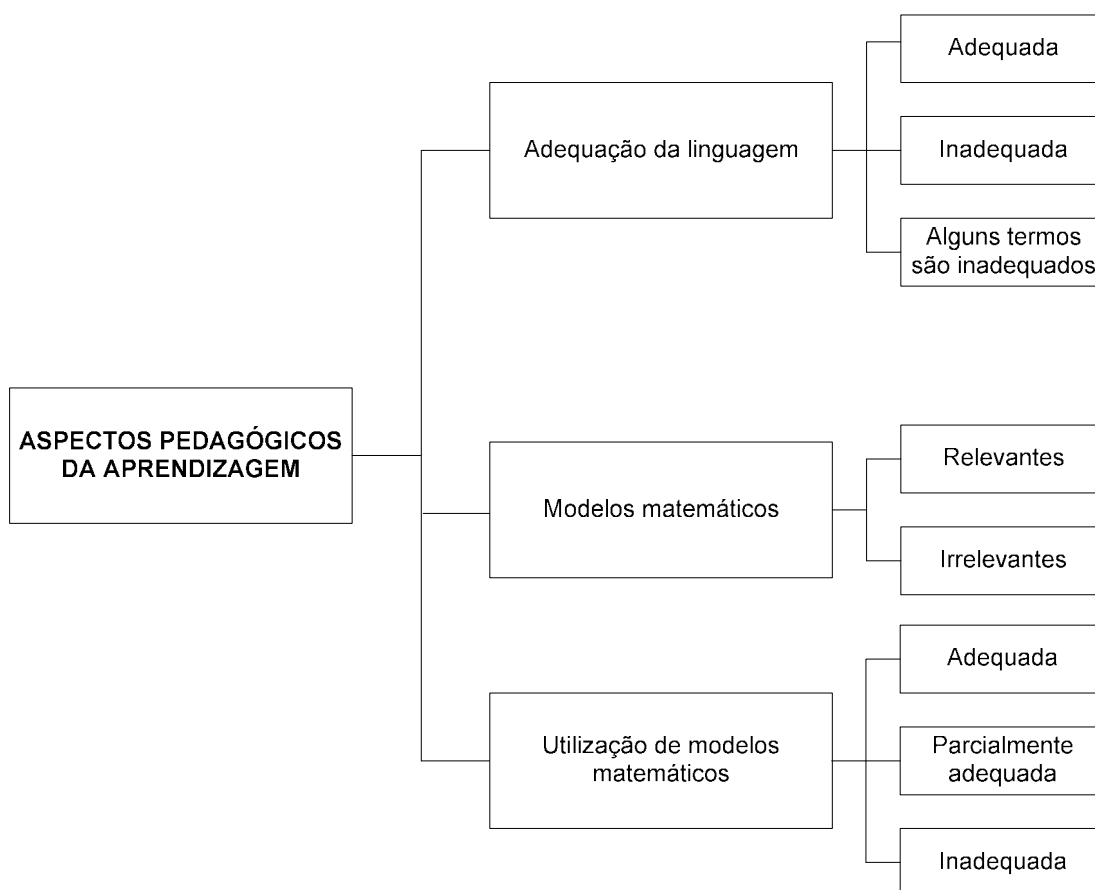


Figura 41 – Aspectos pedagógicos prévios da aprendizagem
Fonte: do autor

i) Unidade de análise efetiva: adequação da linguagem

Nesta unidade é analisado o emprego adequado e coerente da linguagem nos problemas e nas atividades preparados para uma turma do primeiro semestre do curso de administração.

UNIDADE DE ANÁLISE	SUBUNIDADES DE ANÁLISE EFETIVAS
Adequação da linguagem	Adequada
	Alguns termos são inadequados

Quadro 22 – Unidade de análise – adequação da linguagem
Fonte: do autor

Subunidade: Adequada	
<i>Sim, está adequada.</i> (P1, APPM, Q14, L1), (P5, APPA, Q14, L1)	
<i>Sim, esta adequada. É o início de um relacionamento entre administração e matemática, que deve ser contextualizado e apresentado de forma gradativa com exemplos que envolvem situações mais simples e que vão tornando-se mais elaboradas no decorrer do curso, com os estudos de conceitos administrativos mais complexos.</i> (P3, APPM, Q14, L1-6)	
Subunidade: Alguns termos são inadequados	
<i>Modelo tipo-essência.</i> (P2, APPM, Q14, L1)	
Síntese da subunidade	Os professores P1, P3 e P5 concordaram com o fato de que a linguagem empregada nos problemas e nas atividades está adequada e coerente para uma turma do primeiro semestre de um curso do nível superior. No entanto, o professor P2 considera que o termo “modelo tipo-essência” está inadequado. Numa entrevista posterior com esse professor, ele argumentou que considerou esse termo novo e incomum, o que poderia dificultar o entendimento do mesmo por parte dos alunos.

Quadro 23 – Subunidade de análise – adequação da linguagem

Fonte: do autor

ii) Unidade de análise efetiva: modelos matemáticos

A análise desta unidade tem como meta investigar se os professores consideram relevante que alunos do curso de administração conheçam e aprendam a lidar com os modelos matemáticos contextualizados e com os modelos matemáticos tipo-essência.

UNIDADE DE ANÁLISE	SUBUNIDADE DE ANÁLISE EFETIVA
Modelos matemáticos	Relevantes

Quadro 24 – Unidade de análise – modelos matemáticos

Fonte: do autor

Subunidade: Relevantes	
<p><i>É relevante para um aluno de administração. Propicia estabelecer analogias e generalizações. É um exercício racional que estabelece pontes entre o conteúdo matemático e a realidade explicitando a importância e a necessidade da matemática no dia a dia do administrador. (P1, APPM, Q10, L1-4)</i></p> <p><i>É relevante para um aluno de administração. Possibilita a manifestação de valores cognitivos da matemática quando mostra a generalização, o poder explicativo para a compreensão dos problemas reais e por isto também a adequação empírica, a possibilidade de aplicar os modelos em diversas situações, mostrando assim a fecundidade dos modelos e a busca pelos resultados na exatidão dos cálculos. (P3, APPM, Q10, L1-5)</i></p> <p><i>É relevante para um aluno de administração. (P2, APPM, Q10, L1), (P4, APPA, Q10, L1), (P5, APPA, Q10, L1)</i></p>	
Síntese da subunidade	<p>Todos os professores concordaram com a relevância do estudo dos modelos matemáticos – contextualizado e tipo-essência – para os alunos do curso de administração. Os professores P1 e P3 defenderam essa relevância, principalmente pelo fato do trabalho com esses modelos propiciar a análise de fenômenos do campo da administração por meio da generalização matemática.</p>

Quadro 25 – Subunidade de análise – modelos matemáticos

Fonte: do autor

iii) Unidade de análise efetiva: utilização de modelos matemáticos

O objetivo desta unidade é analisar se os modelos matemáticos foram utilizados de forma apropriada em toda proposta pedagógica.

UNIDADE DE ANÁLISE	SUBUNIDADE DE ANÁLISE EFETIVA
Utilização de modelos matemáticos	Adequada

Quadro 26 – Unidade de análise – utilização de modelos matemáticos

Fonte: do autor

Subunidade: Adequada	
<i>Adequado. Percebe-se que há um aprofundamento gradual nas etapas propostas que, em geral, inicia-se com o apoio do professor, seguido por exercícios propostos com vistas ao aperfeiçoamento e culminando com o desafio de investigar a realidade e gerar um modelo. (P1, APPM, Q11, L1-4)</i>	
<i>Adequado. Proporciona a interação entre as áreas envolvidas. A importância dos mesmos para resolução de problemas referentes à administração torna a matemática mais significativa para a sua formação e para a aprendizagem dos conteúdos matemáticos. (P3, APPM, Q11, L1-4)</i>	
<i>Adequado. (P2, APPM, Q11, L1), (P4, APPA, Q11, L1), (P5, APPA, Q11, L1)</i>	
Síntese da subunidade	Para os professores os modelos matemáticos – contextualizados e tipicidade – foram utilizados de forma adequada na proposta pedagógica. O professor P1 considerou que a produção dos modelos foi realizada de modo gradual, passando por processos que vão desde a realização de exercícios até a geração dos modelos. Já o professor P2 considerou que o trabalho com os modelos proporcionou interação entre as áreas de administração e de matemática, promovendo a aprendizagem dos conteúdos matemáticos e, conseqüentemente, tornando-os mais significativos na formação em administração.

Quadro 27 – Subunidade de análise – utilização de modelos matemáticos

Fonte: do autor

IV) CATEGORIA: Aspectos prévios da complexidade interdisciplinar

Nesta categoria busca-se analisar se a proposta pedagógica possibilita o contato com aspectos atinentes à complexidade interdisciplinar que permeia a interação entre as áreas de matemática e administração e a realidade física.

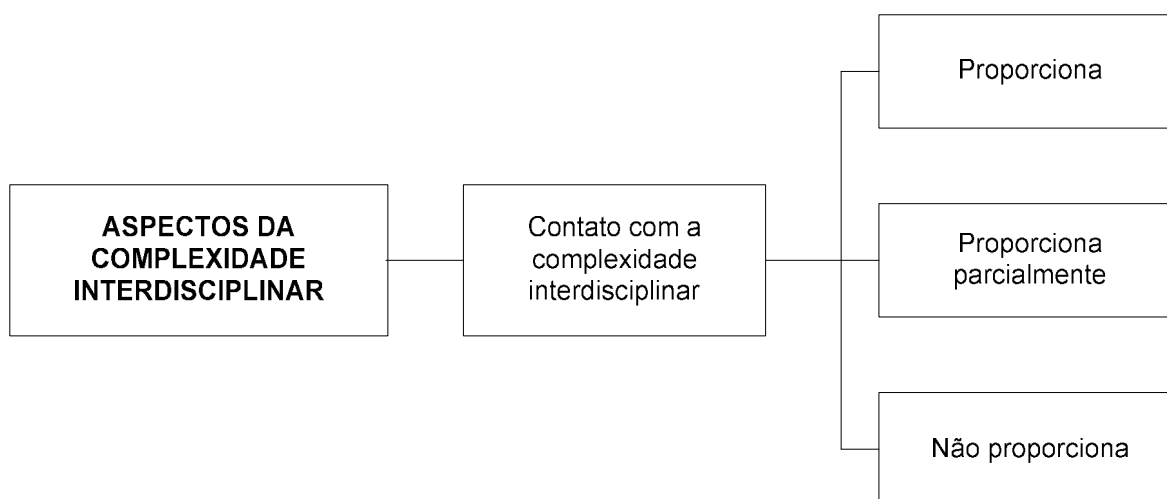


Figura 42 – Aspectos prévios da complexidade disciplinar

Fonte: do autor

i) Unidade de análise efetiva: contato com a complexidade interdisciplinar

O objetivo desta unidade é analisar se a proposta pedagógica proporciona aos alunos do curso de administração o contato com a complexidade interdisciplinar que permeia a realidade do trabalho de um administrador, seja ele em uma empresa, indústria, fábrica, loja, entre outros.

UNIDADE DE ANÁLISE	SUBUNIDADES DE ANÁLISE EFETIVAS
Contato com a complexidade interdisciplinar	Proporciona
	Proporciona parcialmente

Quadro 28 – Unidade de análise – contato com a complexidade interdisciplinar

Fonte: do autor

Subunidade: proporciona
<p><i>Sim, proporciona o contato com a complexidade da realidade da administração. [...] os alunos foram desafiados a refletir sobre diversos aspectos que poderiam influenciar na resolução dos cálculos. Necessitou buscar pesquisas, sejam elas em livros, sites, empresas reais [...]. (P3, APPM, Q12, L2-5).</i></p> <p><i>[...] apresentou o conteúdo matemático por meio de problemas contextualizados nas áreas de Administração, proporcionando uma constante interação entre as áreas. (P3, APPM, Q7, L1-4)</i></p> <p><i>Sim, proporciona o contato com a complexidade da realidade da administração. (P4, APPA, Q12, L1-5)</i></p> <p><i>Houve interação interdisciplinar e os exercícios foram muito bem selecionados. (P4, APPA, Q9, L1-5)</i></p> <p><i>Sim, proporciona o contato com a complexidade da realidade da administração. O mais importante nessa etapa, é que a mesma leva a uma reflexão, a confrontar com situações vividas pelos estudantes, o que permitirá um melhor entendimento das questões reais apresentadas aos mesmos em sua vida profissional. (P5, APPA, Q12, L1-5)</i></p> <p><i>A interação interdisciplinar [...] é o ponto forte da proposta pedagógica. A interação ocorreu em todas as unidades, de forma clara, de fácil compreensão, apresentando situações “reais” do cotidiano de qualquer empresa, seja ela de que ramo ou porte. (P5, APPA, Q9, L1-5)</i></p> <p><i>Atualmente os administradores estão perdendo mercado de trabalho para profissionais de outras áreas, principalmente das engenharias. Um dos principais motivos alegados é a deficiência na formação matemática e sua aplicabilidade nas questões diárias do mundo empresarial. A Proposta Pedagógica aqui apresentada tem condições de sanar tais deficiências, dada sua interação interdisciplinar – administração e matemática. [...] (P5, APPA, Q15, L1-9)</i></p>

Subunidade: proporciona parcialmente	
<p><i>[...] A proposta preocupa-se em promover a interação entre as áreas em todo o tempo, tanto na inserção de conceitos próprios da administração, como na construção dos modelos a partir da realidade investigada. (P1, APPM, Q7, L1-4)</i></p> <p><i>[...] proporciona parcialmente o contato com a complexidade da administração. Digo parcialmente, pois a executa como acadêmico, mas seguramente simula a realidade que enfrentará enquanto administrador. A habilidade exigida na execução da tarefa certamente traz ganhos significativos à formação profissional. (P1, APPM, Q12, L1-5)</i></p> <p><i>Em alguns momentos da Proposta Pedagógica ocorre a interação interdisciplinar. Alguns problemas são mais matemáticos do que administrativos, quer dizer, estão mais focados em abordar os conteúdos matemáticos do que evidenciar a relevância desse conteúdo para as questões administrativas. (P2, APPM, Q7, L1-5)</i></p> <p><i>[...] proporciona parcialmente o contato com a complexidade da administração. Acredito que seja parcial, pois a coleta dos dados é feita de acordo com o “conteúdo” que está sendo trabalhado em cada unidade. [...]. (P2, APPM, Q12, L1-4)</i></p>	
Síntese da subunidade	<p>Os professores P3, P4 e P5 concordaram com o fato de que a proposta pedagógica proporciona o contato integral com a complexidade interdisciplinar entre as áreas de matemática e administração. O professor P3 comenta que o contato com a complexidade acaba desafiando os alunos, levando-os a refletir a respeito dos aspectos que influenciam a análise matemática dos problemas cujos contextos envolvem situações da área da administração, proporcionando assim, uma constante interação entre as áreas. O professor P4 concorda que a proposta pedagógica proporciona o contato com a complexidade interdisciplinar da realidade da administração, além de comentar que os exercícios foram selecionados adequadamente. Já o professor P5 argumentou que a proposta conduz o aluno a uma reflexão a respeito de sua futura vida profissional, a partir da confrontação dos estudantes com questões da realidade complexa da administração em meio a interações interdisciplinares. Esse professor considera a ação interdisciplinar como sendo o ponto forte da proposta pedagógica; que essa interação está presente em toda a proposta; e, ainda, que a interação interdisciplinar pode sanar a deficiente formação matemática apresentada pelos administradores. Para os professores P1 e P2, a proposta pedagógica proporciona um contato parcial com a complexidade interdisciplinar. Embora o professor P1 considere a existência de interação interdisciplinar em toda a proposta, pelo fato de ser uma simulação da realidade que o aluno poderá enfrentar como futuro administrador; ele julga ser parcial o contato com a complexidade interdisciplinar, tendo em vista que o contato com a complexidade da administração é como acadêmico. Já o professor P2, considera parcial pelo fato da coleta dos dados ser realizada em função do conteúdo que está sendo trabalhado e por considerar que em alguns momentos há problemas que apresentam um foco maior na área de matemática, não evidenciando a relevância do conhecimento matemático para o campo da administração.</p>

Quadro 29 – Subunidade de análise – contato com a complexidade interdisciplinar

Fonte: do autor

6.1.2 Síntese das Repostas dos Professores

As quatro categorias presentes na análise da proposta pedagógica, apresentadas na figura 38 (p. 236), foram pré-estabelecidas antes da produção do questionário analisado pelos professores, tendo em vista que elas sintetizavam os objetivos almejados em reconhecer se a estrutura da proposta pedagógica encontrava-se adequada didático-sintaticamente; com conteúdos matemáticos e conceitos da administração apropriados ao ensino introdutório do conhecimento matemático voltado ao curso de administração, segundo uma relação interdisciplinar; metodologicamente; e, se essa proposta contemplava aspectos da complexidade da realidade física. Assim, os questionários foram desenvolvidos a partir desses fundamentos predeterminados e, conseqüentemente, evidenciaram-se em sua análise textual discursiva.

Na análise realizada pelos professores, todos reconheceram que a estrutura didático-sintática da proposta pedagógica estava adequada e apresentava-se como uma estrutura viável para ser aplicada tanto na primeira série/semestre do curso de administração, quanto nas últimas séries/semestres, desde que realizadas as devidas alterações nos conteúdos.

Outro ponto de concordância unânime entre eles ocorreu com relação à relevância dos conteúdos matemáticos e dos conceitos da administração trabalhados na proposta pedagógica. Nesse sentido, um professor comentou que estudar os conteúdos matemáticos por meio da resolução de diversos problemas da área de administração, não só algébrica como graficamente (função oferta, função demanda), pode contribuir para a tomada de decisão do administrador; já outro professor salienta a importância do conhecimento dos conceitos de administração, tanto para um aluno que, futuramente, trabalhe em uma empresa ou se torne autônomo.

Com relação às atividades matemáticas que compõem as etapas intermediação I, II e autonomia procedimental-metodológica, os três professores de matemática consideraram-nas adequadas nas três unidades de ensino. Especificamente com relação a primeira delas, dois professores reconheceram que ela proporciona, inclusive, o acesso aos conhecimentos prévios dos alunos. Houve concordância de todos os professores no que diz respeito à adequação das

atividades da etapa – intermediação II, sobretudo, como comenta um professor, porque nessa etapa ocorre o aprofundamento dos conteúdos matemáticos, a participação e o envolvimento constante dos alunos na realização das atividades. Nesse mesmo sentido, outro professor comenta que ocorre uma “frutificação” que parte dos conceitos formais para os conceitos da administração. No que se refere à última etapa, autonomia procedimental-metodológica, um professor comentou que as atividades nela desenvolvidas possibilitam ao aluno a prática dos conceitos aprendidos. Outro professor argumentou que as atividades exploradas em contextos diferenciados não somente instigam os alunos à pesquisa de campo e ao contato com situações físicas reais como influenciam suas tomadas de decisão.

Todos os professores reconheceram que os conteúdos matemáticos e os conceitos administrativos, pertencentes à proposta pedagógica, foram abordados de forma clara, correta e organizada. Todavia, embora um professor tenha considerado que os conceitos administrativos estejam claros, o mesmo orientou para a substituição do termo *break-even point* por *ponto de nivelamento*, com receio de que os alunos possam fazer alguma confusão quando for introduzida a terminologia *ponto de equilíbrio*, já que esta é a tradução do termo inglês. Esse aprimoramento da proposta foi reconhecido como uma subunidade, denominada de *aprimoramento*.

Com relação à explicitação dos conteúdos matemáticos e dos conceitos da administração, houve uma divergência. Enquanto quatro professores concordaram com o fato de que todos os conteúdos matemáticos foram devidamente explicitados, um professor argumentou que o conteúdo de função logarítmica não foi trabalhado de forma adequada, sendo abordado apenas os conceitos práticos e os procedimentos necessários para a resolução de problemas. Contudo, o próprio professor considera essa *abordagem parcial* como salutar ao processo de ensino desse conhecimento matemático.

No que diz respeito ao tempo destinado às atividades de cada aula, quase todos os professores consideraram-no adequado. Um dos professores argumentou, inclusive, que o tempo foi suficiente para proporcionar discussões entre os alunos. No entanto, outro professor discordou de seus pares, comentando que o tempo destinado às atividades de campo foi inadequado. Contudo, em uma entrevista realizada posteriormente, esse professor declarou que considera o tempo inadequado no caso das aulas ocorrerem em dias seguidos da semana.

Em se tratando da quantidade de conteúdo que a proposta contempla, um professor comentou que ao final de sua análise reconheceu que há muito conteúdo para ser trabalhado somente em 86 h/a, sugerindo que a mesma deva ser implementada em dois semestres de 86 h/a (totalizando 176 h/a), ou em dois semestres com uma disciplina de 86h/a e outra de 43 h/a.

Os professores foram unânimes em concordar com o fato de que a *abordagem metodológica para uma integração conciliadora* é adequada ao ensino de matemática voltada ao curso de administração. Um professor complementou essa ideia comentando que a abordagem favorece a relação do circuito conteúdo-realidade. Outro professor salientou que o contato do aluno com o cotidiano de uma empresa pode facilitar a compreensão e participação dos alunos, bem como diminuir a resistência deles com relação às aulas de matemática.

Já com relação à linguagem empregada nos problemas e nas atividades, a maioria dos professores considerou adequada e coerente para uma turma do primeiro semestre de um curso do ensino superior. Contudo, um professor julgou o termo “modelo tipo-essência” inadequado. Em uma entrevista posterior, esse professor considerou o termo novo e incomum, e que por esse motivo, poderia dificultar o entendimento do mesmo pelos alunos.

O estudo dos modelos matemáticos contextualizados e tipo-essência, pelos alunos do curso de administração, foi considerado relevante por todos os professores. Dois deles defenderam essa relevância principalmente pelo fato do trabalho com esses modelos propiciar a análise de fenômenos do campo da administração por meio da generalização matemática. Já com relação à utilização dos mesmos, todos os professores aprovaram sua adequação na proposta pedagógica. Um professor considerou que a produção dos modelos foi realizada de modo gradual, passando por processos que vão desde a realização de exercícios até a geração dos modelos. Outro professor comentou que o trabalho com os modelos proporcionou interação entre as áreas de administração e de matemática, promovendo a aprendizagem dos conteúdos matemáticos e, conseqüentemente, tornando-os mais significativos na formação em administração.

Três professores concordaram com o fato de que a proposta pedagógica proporciona o contato integral com a complexidade interdisciplinar entre as áreas de matemática e administração. Um deles comentou que esse contato acaba desafiando os alunos, levando-os a refletir a respeito dos aspectos que

influenciam a análise matemática dos problemas cujos contextos envolvem situações da área da administração, proporcionando assim, uma constante interação entre as áreas. Outro professor concordou que a proposta pedagógica proporciona o contato com a complexidade interdisciplinar da realidade da administração, além de comentar que os exercícios foram selecionados adequadamente. E o terceiro, argumentou que a proposta conduz o aluno a uma reflexão a respeito de sua futura vida profissional, a partir da confrontação dos estudantes com questões da realidade complexa da administração em meio a interações interdisciplinares. Esse professor considera a ação interdisciplinar como sendo o ponto forte da proposta pedagógica e, ainda, que a interação interdisciplinar, presente em toda proposta, pode sanar a deficiente formação matemática apresentada pelos administradores.

Para dois professores a proposta pedagógica proporciona um contato parcial com a complexidade interdisciplinar. Embora um deles considere a existência de interação interdisciplinar em toda a proposta, pelo fato de ser uma simulação da realidade que o aluno poderá enfrentar como futuro administrador; ele julga ser parcial o contato com a complexidade interdisciplinar, tendo em vista que ele ocorre enquanto o aluno ainda é um acadêmico e não um profissional. O outro professor considera parcial pelo fato da coleta dos dados ser realizada em função do conteúdo que está sendo trabalhado e por considerar que em alguns momentos há problemas que apresentam um foco maior na área de matemática, não evidenciando a relevância do conhecimento matemático para o campo da administração.

Mediante as reflexões apresentadas pelos professores é possível concluir que a estrutura didático-sintática da proposta pedagógica é adequada e que, tanto os conteúdos matemáticos, analisados pelos professores de matemática, quanto os conceitos da administração, estudados pelos professores de administração, são relevantes ao ensino de matemática para alunos do curso de administração. Nesse sentido, não houve recomendação para retirar ou acrescentar algum conteúdo, mas sim pela manutenção de todos os que foram abordados. A estrutura foi considerada viável para ser aplicada não somente na primeira série/semestre do curso de administração, mas também nas últimas, com conteúdos apropriados para as mesmas.

Os conteúdos matemáticos e os conceitos da administração foram considerados relevantes para o objetivo da proposta pedagógica (ensino introdutório da matemática na administração).

Não obstante, os professores de matemática, especificamente, consideraram apropriada a distribuição de conteúdos nas três unidades de ensino, as quais compreendem a função do 1º grau, na primeira unidade, a função de 2º grau, na segunda e a função exponencial e logaritmos, na terceira unidade. Também consideraram adequada a distribuição das atividades inerentes a esses conhecimentos matemáticos nas três etapas da sequência didática sugerida, a saber: intermediação I e II e autonomia procedimental-metodológica.

Foi possível notar que os professores, ao avaliarem os conhecimentos matemáticos e os conceitos da administração, consideraram-nos corretos, organizados e expressos de forma clara. Contudo, uma observação relevante de um professor da administração serviu de alerta para alterar a terminologia *break-even point*, comumente usada nos livros de matemática voltados às áreas de administração, economia e ciências contábeis – como apontou a pesquisa teórica realizada para a produção da proposta pedagógica – por uma mais adequada, *ponto de nivelamento*, ao se trabalhar com as funções receita total e custo total, já que o termo ponto de equilíbrio (tradução do termo *break-even point*) é empregado no trabalho com os conceitos de função demanda e função oferta. Essa observação foi levada em consideração e ambas foram inseridas na proposta pedagógica com destaque para a terminologia sugerida.

Notou-se, também, que a maioria dos professores considerou os conhecimentos abordados na proposta bem explicitados, porém, um professor de matemática julgou que o conteúdo função logarítmica não foi devidamente abordado, sendo explorado somente os conceitos e os procedimentos práticos necessários à resolução de problemas. Há concordância entre os professores com relação à abordagem dada aos logaritmos, entretanto, vale salientar que esse não é um conhecimento matemático planejado para ser trabalhado na proposta pedagógica como uma função. Os conhecimentos planejados são função do 1º grau, função do 2º grau e função exponencial. Assim, não houve alteração com relação aos conteúdos matemáticos planejados para comporem a proposta pedagógica e, quanto aos logaritmos, continuaram sendo abordados de forma prática para atuarem como fundamento na resolução dos problemas propostos na função exponencial.

A proposição das atividades destinadas a cada aula foi considerada adequada pela maioria dos professores, com exceção de um, que julgou inadequado o tempo destinado à realização da atividade de campo. Essa análise suscitou de

mais informações para que uma conclusão pudesse ser tomada, o que conduziu a realização de uma entrevista realizada posteriormente com esse professor. Assim, em uma nova avaliação, ele declarou que avalia como inadequado no caso das aulas ocorrerem em dias seguidos da semana. Essa observação foi levada em consideração na organização da proposta.

Ao analisar a proposta pedagógica, na íntegra, um professor da área de administração considerou que há uma grande quantidade de conteúdo abordado na mesma, recomendando que seja aplicada em dois semestres com a mesma carga horária proposta ou, pelo menos, com um semestre de mesma carga e outro com metade. Essa observação foi considerada, contudo, a proposta não foi alterada, pois pesquisas em livros da área e investigações em planejamentos da disciplina de matemática de cursos de administração, de diversas instituições de ensino superior, forneceram indícios de que o planejamento estava adequado ao tempo programado.

A abordagem metodológica para uma integração conciliadora, desenvolvida para proposta pedagógica deste trabalho foi considerada adequada por todos os professores, principalmente com relação à sua última etapa que favorece o estabelecimento do circuito recursivo que relaciona conteúdo teórico e realidade física, já que possibilita o contato com a complexidade da contextura física.

Com relação à linguagem utilizada na proposta, a análise permite concluir que a maioria dos professores a considerou adequada e coerente para ser trabalhada no primeiro semestre de um curso de administração. Porém, para um professor, o termo “modelo tipo-essência” foi avaliado como inadequado. Numa entrevista realizada posteriormente, ele argumentou que por ser um termo novo e incomum, o entendimento do mesmo por parte dos alunos poderia ser dificultado. Essa avaliação foi levado em conta, contudo, o termo permaneceu na proposta pois a definição desse tipo de modelo revela a essência estrutural do conhecimento matemático estudado e é referenciado na literatura científica como tal.

A inserção dos modelos matemáticos contextualizados e tipo-essência foi avaliada como positiva por todos os professores, até mesmo, porque possibilitam a análise matemática de fenômenos da administração por meio da generalização obtida com a matematização dos mesmos. Notou-se que os professores consideraram que os modelos foram introduzidos de modo gradual e que sua utilização pode não somente promover a aprendizagem do conhecimento

matemático, como também atribuir maior sentido ao seu ensino na formação em administração.

Foi possível concluir que a maioria dos professores considerou que toda a proposta pedagógica foi permeada por relações interdisciplinares desenvolvidas entre os conhecimentos matemáticos e os conceitos da administração, embora um professor tenha comentado que em alguns momentos da proposta isso não tenha ocorrido. Por outro lado, outro professor viu a interdisciplinaridade como sendo o ponto forte da proposta, podendo até amenizar a insuficiente formação matemática apresentada pelos administradores. A avaliação dos professores correspondeu aos anseios da proposta pedagógica a respeito da interdisciplinaridade, até mesmo a do professor que localizou os momentos em que essa relação não foi explorada, como no trabalho com os logaritmos e com algumas propriedades exponenciais. É relevante que esse trabalho técnico/prático aconteça, tendo em vista a falta de conhecimentos prévios relacionados aos conhecimentos matemáticos, como foi apresentado na introdução desta pesquisa.

De acordo com a maior parte dos professores, os objetivos com a conexão da complexidade interdisciplinar, presente entre o conhecimento teórico trabalhado com os alunos e a realidade física do campo da administração, foram contemplados. Dois professores consideraram a existência de uma interação parcial, pelo fato dela representar uma simulação da realidade que o aluno poderá enfrentar em sua carreira egressa. De fato, o cumprimento da última etapa de cada unidade de ensino da proposta pedagógica pelos alunos, segundo os professores, coloca-os em contato com a complexidade que permeia a contextura da realidade física, mesmo que seja por meio de uma simulação.

Assim, é possível concluir que a proposta pedagógica analisada pelos professores apresenta-se adequada, após as devidas correções, para promover o ensino introdutório do conhecimento matemático em um curso de administração e, portanto, pronta para ser aplicada a uma turma do primeiro período desse curso.

Por fim, é importante destacar que essa análise é compatível com outras duas realizadas por dois interdecodificadores: dois pesquisadores da área de ensino de ciências e educação matemática, sendo um mestrando e outro doutorando, cujas impressões ratificam a presença das categorias, unidades e subunidades evidenciadas, bem como as sínteses apresentadas.

A análise da aplicação, bem como dos resultados alcançados serão apresentados no item 6.2.

6.2 PERFIL DA INSTITUIÇÃO E DOS DISCENTES QUE PARTICIPARAM DA APLICAÇÃO DA PROPOSTA PEDAGÓGICA

A proposta pedagógica foi aplicada em uma instituição particular de ensino superior – Faculdade Catuaí/Instituto Catuaí de Ensino Superior – localizada à rua Bento Munhoz da Rocha Neto, 210, Conjunto Castelo Branco, no município de Cambé/PR. A instituição iniciou suas atividades acadêmicas no primeiro semestre do ano de 2002, ofertando os cursos de administração, direito e pedagogia.

A escolha dessa instituição ocorreu pelo fato da proponente desta pesquisa atuar como docente na mesma, trabalhando como professora da disciplina de matemática no curso de administração, no período do desenvolvimento desta tese. A disciplina contava com uma carga horária de 86h/a e era trabalhada no primeiro semestre do curso. Destarte, a proposta pedagógica foi aplicada no primeiro semestre do ano de 2010, na disciplina de matemática, em uma turma do primeiro semestre do curso de administração. A partir do ano de 2011, será implantada a nova grade desse curso que conta com as disciplinas de matemática I (86 h/a) e matemática II (86 h/a). É importante salientar que, embora a proposta pedagógica tenha sido aplicada em uma instituição particular de ensino, sua implementação pode ocorrer em outras instituições que apresentem características diferenciadas, por exemplo, em uma instituição pública de ensino superior.

Sobre o perfil da turma, é relevante dizer que a mesma contava com oitenta e nove alunos. Devido à quantidade de alunos, foi selecionada uma amostra de vinte discentes, o que corresponde a aproximadamente vinte e dois vírgula quarenta e sete por cento (22,47%), do total de alunos. Destes, quatorze eram representantes do gênero feminino e seis do gênero masculino.

A seleção dos alunos que compõem a amostra se deu a partir do estabelecimento de alguns critérios. Primeiramente, foram selecionados somente os

alunos que, no termo de consentimento livre e esclarecido³⁷, expressaram sua concordância em participar da pesquisa, possibilitando o acesso a seus dados. Num segundo momento, foram escolhidos os alunos que realizaram todas as atividades selecionadas para análise posterior e, com esses critérios, houve uma redução, de oitenta e nove alunos, elencados na pauta inicial, para quarenta e sete.

O terceiro critério envolvia a seleção de trabalhos finais do 1º bimestre, cujos integrantes do mesmo grupo apresentassem mais de cinquenta por cento (50%) de seus membros contemplando o segundo critério. Assim, houve uma nova redução da amostra para trinta e cinco alunos. Dos oito grupos escolhidos, dois deles possuíam alunos que não permitiram a análise de seus dados, como especificado em seus consentimentos livre e esclarecido. Tal fato reduziu a amostra para trinta alunos.

Dos seis grupos restantes, dois se desestruturaram. Em um deles, no segundo bimestre, um aluno abandonou a equipe e outros quatro entraram nesse grupo. Já no segundo grupo, dos quatro integrantes, um parou de estudar, dois migraram juntos para outra equipe, e o quarto integrante, também, migrou para outro grupo. Tais mudanças comprometeram a última análise dos trabalhos finais do primeiro e do segundo bimestres. Assim, dos grupos que restaram, foram selecionados vinte alunos para comporem a amostra, distribuídos em quatro grupos com trabalhos finais no primeiro semestre e cinco no segundo. É importante informar que o total de integrantes desses grupos ultrapassa a quantidade selecionada para a amostra, contudo, somente os que contemplaram todos os critérios acima apresentados foram selecionados para compô-la.

Da amostra selecionada, dois alunos já haviam cursado uma graduação, um em turismo e outro em pedagogia. Todavia, ainda sobre a formação acadêmica, a amostra continha alunos que estavam sem frequentar uma instituição de ensino há um ano, assim como envolvia alunos que estavam há quinze anos longe dos bancos escolares, como apresentado detalhadamente na tabela 2:

³⁷ Esse termo é apresentado no apêndice F.

Tabela 2 – Perfil dos alunos da amostra

Tempo sem frequentar uma instituição de (anos)	Quantidade de alunos (u)
1	6
2	1
3	2
4	1
5	1
6	3
7	2
10	1
11	2
15	1

Fonte: do autor

Todos os alunos da amostra, ao se decidirem pelo curso, estavam cientes de que estudariam a disciplina de matemática. Ao serem questionados com relação à contribuição da matemática para a formação de um administrador, todos reconheceram a existência dessa contribuição.

Após o delineamento do perfil dos alunos, o próximo item apresenta a análise de algumas atividades realizadas pelos alunos no decorrer da aplicação da proposta pedagógica.

6.2.1 Análise das Atividades Realizadas pelos Alunos

No decorrer da aplicação da proposta pedagógica³⁸ foram realizadas diversas atividades pelos alunos, dentre elas algumas foram selecionadas para comporem o *corpus* empírico que será submetido à análise textual discursiva. Porém, antes de apresentar a análise textual das atividades, é relevante explicitar os critérios que orientaram a escolha de determinadas atividades em detrimento de outras.

³⁸ Para acesso as atividades completas da proposta pedagógica, entrar em contato com a autora da tese. Preservado por questão de direitos autorais.

Para integrar o *corpus* empírico foram selecionadas quatro atividades³⁹. A primeira delas compreende a avaliação diagnóstica, realizada individualmente pelos alunos, no primeiro dia de aula. Ela foi escolhida por apresentar os conhecimentos prévios dos discentes relativos aos seus conhecimentos matemáticos de um modo geral; por evidenciar os procedimentos matemáticos empregados pelos alunos na resolução dos problemas ou exercícios e por demonstrar as estratégias metodológicas utilizadas na resolução tanto dos problemas quanto dos exercícios presentes na avaliação.

A segunda atividade selecionada foi o primeiro problema trabalhado com os alunos – buffet reality. Ele, resolvido em grupo, foi escolhido pelo fato de confrontar os discentes com uma problemática inerente à área da administração; por apresentar os conhecimentos prévios que os alunos utilizaram para solucioná-lo e por evidenciar as estratégias operacionais empregadas na sua resolução.

Já a terceira atividade envolve o trabalho final do 1º bimestre, realizado grupalmente pelos alunos. Sua escolha se deu pelo fato dele ser o primeiro trabalho planejado e desenvolvido pelos discentes sem o auxílio do professor. Nele deveria constar pelo menos um problema detectado na pesquisa de campo realizada na contextura complexa da administração – como, por exemplo, uma empresa, uma indústria ou uma loja – e que envolvesse conhecimentos matemáticos referentes às funções do 1º grau.

A quarta atividade – trabalho final do 2º bimestre – foi selecionada justamente por ser o segundo trabalho grupal, também planejado e desenvolvido pelos discentes, independentemente do professor. Essa atividade, fruto da pesquisa de campo dos alunos em uma contextura complexa da administração, deveria envolver pelo menos um problema referente à função do 2º grau ou à função exponencial.

A análise textual discursiva realizada no *corpus* empírico constituído pelas atividades dos alunos iniciou-se pela fase de pré-análise, com alguns cuidados metodológicos. O primeiro deles foi considerar a regra da exaustividade, que implica na análise homogênea de todo procedimento desenvolvido pelos alunos em todas as atividades que integram o *corpus*. Essas atividades são inteiramente pertinentes à análise que se pretende realizar a respeito da proposta pedagógica. Contudo,

³⁹ As atividades descritas nesse item encontram-se no apêndice D.

devido à grande quantidade de exemplares identificados em cada subunidade de análise, nesta pesquisa, optou-se por apresentar uma amostra constituída por dois exemplares de cada uma delas.

A fase seguinte da análise textual compreende a exploração do material, na qual os dados brutos presentes no *corpus* empírico são organizados e codificados, de forma agregada, em unidades. Foram identificadas previamente onze unidades de análise. No entanto, o processo de organização revelou a necessidade da especificação dessas unidades em trinta subunidades de análise, também estabelecidas previamente.

Tanto as unidades quanto as subunidades foram identificadas por uma palavra ou pequena frase, que designava o significado característico de cada uma delas, reconhecido no contexto de investigação mediante a fundamentação teórica desenvolvida neste trabalho.

Com a intenção de contribuir para a inferência das subunidades e, conseqüentemente, das unidades na produção da interpretação do *corpus*, foi investigada a frequência com que cada uma aparecia, tendo em vista que a maior frequência atribui significação com maior grau de relevância ao grupo analisado.

A decodificação das subunidades e unidades foi estruturada segundo os identificadores simbólicos:

- D1, D2, D3, ..., D20 – foram utilizados para distinguir os discentes que estudaram a proposta pedagógica.
- A1, A2, A3 e A4 – empregados para designar as atividades do *corpus* empírico, as quais correspondem, respectivamente, à avaliação diagnóstica, ao problema buffet reality, ao trabalho final do 1º bimestre e ao trabalho final do 2º bimestre.
- Q1, Q2, Q3, ... – utilizados para apontar a questão analisada no questionário.
- Q1a, Q1b, ..., Q3c – aplicado para identificar a alternativa da questão que está sendo analisada.

De posse das subunidades e unidades já identificadas, o próximo passo implicou na realização da sistematização dessas em categorias. Elas foram constituídas a partir da identificação de critérios semânticos de semelhança e graus de pertinência em conjuntos de unidades de análise, reconhecidos a partir do tema

investigado no *corpus* empírico. A partir das onze unidades de análises foram sistematizadas previamente quatro categorias.

As categorias estabelecidas representam aspectos diferentes relativos ao tema, sem, contudo, ocorrer a exclusão entre elas. Todas elas foram cunhadas homogeneamente, mediante os objetivos almejados na pesquisa e norteados pelas atividades presentes no *corpus* empírico.

Assim como na análise da proposta apresentada no item 6.1.1, o tratamento realizado nesse *corpus* empírico é apresentado em quadros que evidenciam o significado inferido em cada subunidade, acompanhadas de justificações, mediante a apresentação de fragmentos das resoluções dos discentes. Nesses quadros, foram acrescentadas reflexões com o intuito de sintetizar as impressões analisadas em cada subunidade, com a finalidade de contribuir com a elaboração do metatexto.

A estrutura geral da análise textual discursiva, realizada nas atividades discentes, presentes no *corpus* empírico, é apresentada na figura 43, organizada em quatro categorias: aspectos procedimentais das resoluções; aspectos epistemológicos; aspectos de interdisciplinaridade suplementar; e, contextura complexa na enunciação de problemas.

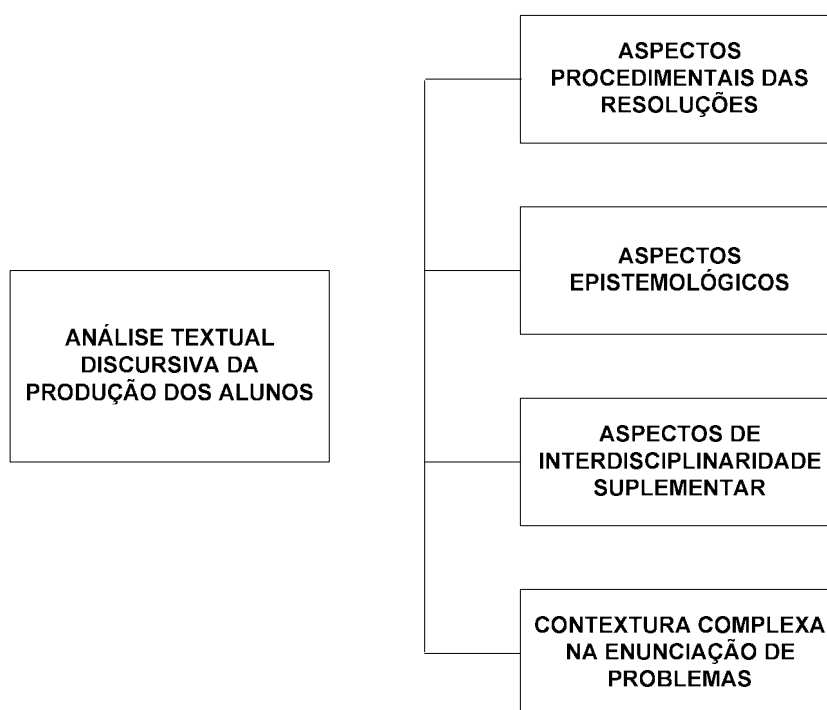


Figura 43 – Análise textual discursiva prévia da produção dos alunos
Fonte: do autor

I) CATEGORIA: aspectos procedimentais prévios das resoluções

Compreende informações referentes aos procedimentos empregados pelos alunos nas resoluções dos problemas da proposta pedagógica. Esses procedimentos carregam informações quanto à resolução e aos procedimentos matemáticos algébricos e aos procedimentos matemáticos gráficos dos problemas realizados pelos alunos.

Essa categoria compreende três unidades de análise: resolução; procedimentos matemáticos algébricos e procedimentos matemáticos gráficos. A partir delas, dez subunidades, apresentadas na figura 44.

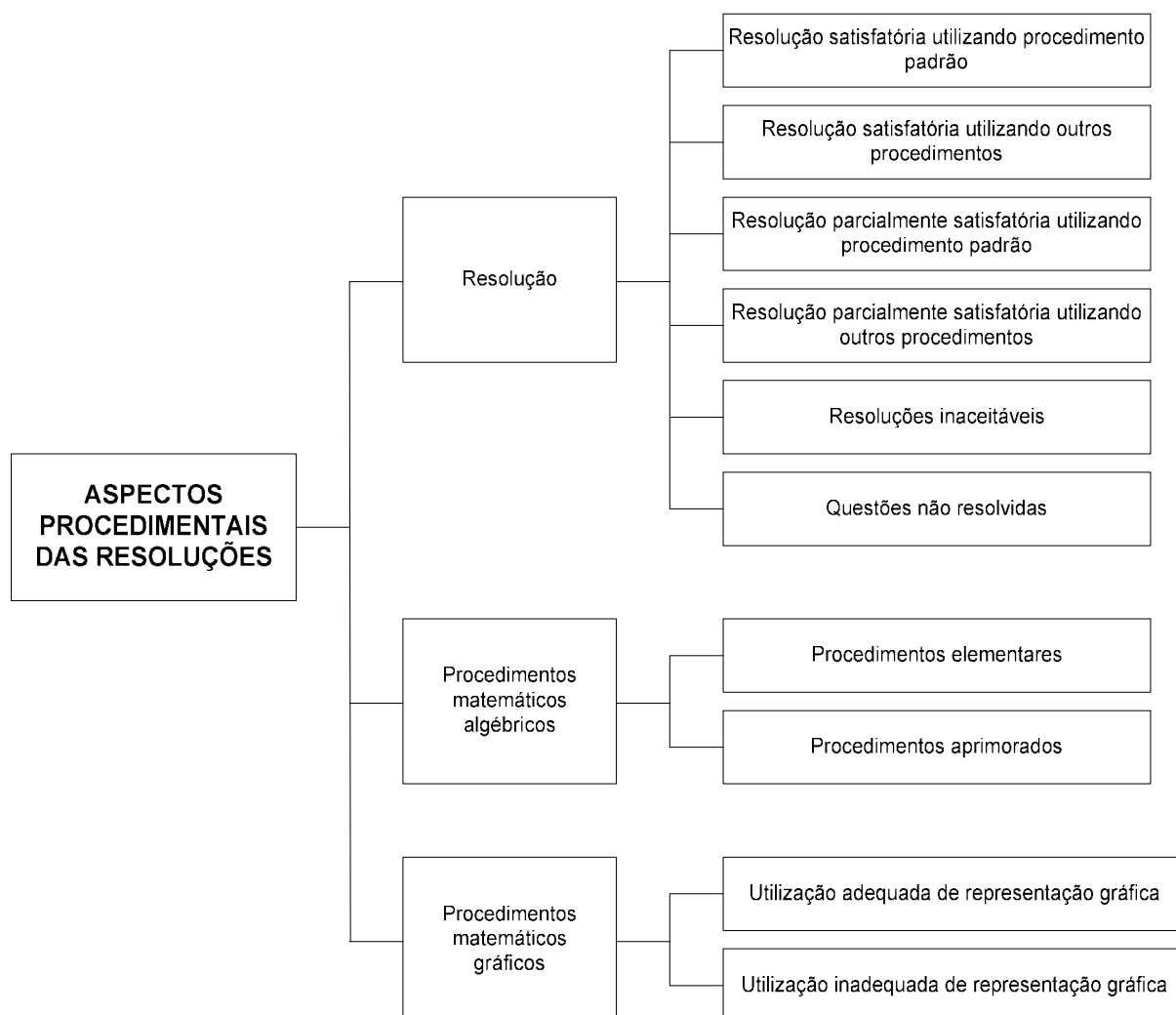


Figura 44 – Aspectos procedimentais prévios das resoluções
Fonte: do autor

i) Unidade de análise efetiva: Resolução

Evidencia a resolução⁴⁰ ou não do problema, por meio da utilização de procedimentos padrão ou não, e abrange seis subunidades de análise, apresentadas no quadro 30. O “procedimento padrão” corresponde aos procedimentos utilizados pelo discente que foram aprendidos no nível médio de ensino da educação básica.

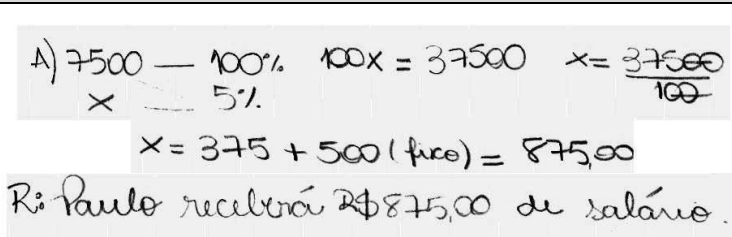
UNIDADE DE ANÁLISE	SUBUNIDADES DE ANÁLISE EFETIVAS
Resolução	Resolução satisfatória utilizando procedimento padrão
	Resolução satisfatória utilizando outros procedimentos
	Resolução parcialmente satisfatória utilizando procedimento padrão
	Resolução parcialmente satisfatória utilizando outros procedimentos
	Resoluções inaceitáveis
	Questões não resolvidas

Quadro 30 – Resolução

Fonte: do autor

a) Subunidade de análise efetiva: resolução satisfatória utilizando procedimento padrão

Envolve o processo de resolução correto e que apresenta um padrão esperado para o nível de escolaridade do aluno. Nesse caso, esse padrão corresponde ao nível médio do ensino básico. A resolução de uma questão ou de um problema pelo procedimento padrão evidencia efetivamente a existência da aprendizagem do conhecimento sistematizado nos níveis anteriores de ensino.

Subunidade: resolução satisfatória utilizando procedimento padrão	
 <p>A) 7500 — 100% $100x = 37500$ $x = \frac{37500}{100}$ $x = 375$ $x = 375 + 500 \text{ (fixo)} = 875,00$ R: Paulo receberá R\$875,00 de salário.</p>	D10, A1, Q1a

⁴⁰ As terminologias “satisfatória”, “padrão” e “inaceitáveis” foram cunhadas a partir das apresentadas por Buriasco, Cyrino e Soares (2004), as quais se referem aos procedimentos de resolução das questões da AVA/2002.

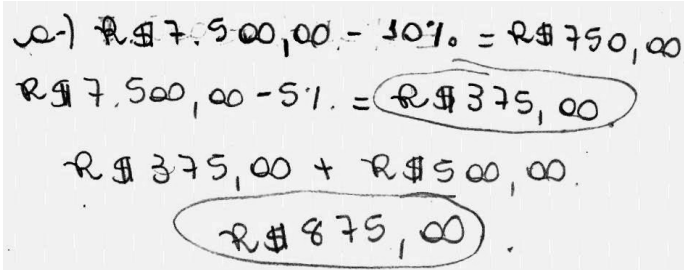
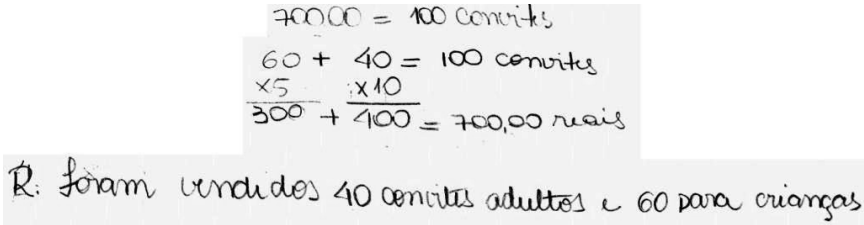
<div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> $= 0$ <table style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 0 10px;">P</td> <td style="padding: 0 10px;">Q</td> <td style="padding: 0 10px;">1</td> <td style="padding: 0 10px;">P</td> <td style="padding: 0 10px;">Q</td> </tr> <tr> <td style="padding: 0 10px;">2.450</td> <td style="padding: 0 10px;">22</td> <td style="padding: 0 10px;">1</td> <td style="padding: 0 10px;">2.450</td> <td style="padding: 0 10px;">22</td> </tr> <tr> <td style="padding: 0 10px;">2.380</td> <td style="padding: 0 10px;">25</td> <td style="padding: 0 10px;">1</td> <td style="padding: 0 10px;">2.380</td> <td style="padding: 0 10px;">25</td> </tr> </table> </div> <p style="margin-bottom: 5px;">$22P + 2.380Q + 61.250 - 2.450Q - 25P - 52.360 = 0$</p> <p style="margin-bottom: 5px;">$-3P - 70Q + 8.890 = 0$</p> <p style="margin-bottom: 5px;">$\underline{-3P = 70Q - 8.890}$</p> <p style="margin-bottom: 5px;">$\quad -3 \quad -3 \quad -3$</p> <hr style="width: 100%;"/> <p style="margin-bottom: 10px;">P = -23,33Q + 2.963,33 (Função Demanda)</p> <div style="text-align: center; margin-bottom: 10px;"> $= 0$ <table style="margin: auto; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 0 10px;">P</td> <td style="padding: 0 10px;">Q</td> <td style="padding: 0 10px;">1</td> <td style="padding: 0 10px;">P</td> <td style="padding: 0 10px;">Q</td> </tr> <tr> <td style="padding: 0 10px;">2.300</td> <td style="padding: 0 10px;">21</td> <td style="padding: 0 10px;">1</td> <td style="padding: 0 10px;">2.300</td> <td style="padding: 0 10px;">21</td> </tr> <tr> <td style="padding: 0 10px;">2.200</td> <td style="padding: 0 10px;">18</td> <td style="padding: 0 10px;">1</td> <td style="padding: 0 10px;">2.200</td> <td style="padding: 0 10px;">18</td> </tr> </table> </div> <p style="margin-bottom: 5px;">$21P + 2.200Q + 41.400 - 2.300Q - 18P - 46.200 = 0$</p> <p style="margin-bottom: 5px;">$3P - 100Q - 4.800 = 0$</p> <p style="margin-bottom: 5px;">$\underline{3P = 100Q + 4.800}$</p> <p style="margin-bottom: 5px;">$\quad 3 \quad 5 \quad 5$</p> <hr style="width: 100%;"/> <p style="margin-bottom: 10px;">P = 33,33Q + 1.600 (Função Oferta)</p> <p style="margin-bottom: 5px;">P = P</p> <p style="margin-bottom: 5px;">$33,33Q + 1.600 = -23,33Q + 2.963,33$</p> <p style="margin-bottom: 5px;">$33,33Q + 23,33Q = -1.600 + 2.963,33$</p> <p style="margin-bottom: 5px;">$56,66Q = 1.363,33$</p> <p style="margin-bottom: 5px;">$Q = \frac{1.363,33}{56,66} \quad Q = 24,06$</p> <p style="margin-bottom: 5px;">$P = 33,33 \cdot 24,06 + 1.600$</p> <p style="margin-bottom: 5px;">$P = 801,92 + 1.600$</p> <p style="margin-bottom: 5px;">P = 2.401,92</p> <p style="text-align: center; margin-bottom: 10px;">P.E. (24,06; 2.401,92)</p> <div style="text-align: center;"> </div>	P	Q	1	P	Q	2.450	22	1	2.450	22	2.380	25	1	2.380	25	P	Q	1	P	Q	2.300	21	1	2.300	21	2.200	18	1	2.200	18	<p>D2, D5, D6, D10, D14, D19, A3</p>
P	Q	1	P	Q																											
2.450	22	1	2.450	22																											
2.380	25	1	2.380	25																											
P	Q	1	P	Q																											
2.300	21	1	2.300	21																											
2.200	18	1	2.200	18																											
<p>Síntese da subunidade</p>	<p>Com base nas respostas apresentadas nessa subunidade, é possível observar que os discentes utilizam corretamente resoluções sistematizadas segundo procedimento padrão, fundamentadas tanto em procedimentos elementares quanto nos aprimorados. Em algumas resoluções há a articulação entre diferentes procedimentos matemáticos. Nota-se, também, que os alunos efetuam adequadamente a representação gráfica em planos cartesianos dos resultados alcançados no processo de resolução.</p> <p>Obs: a resolução apresentada pelo grupo D2, D5, D6, D10, D14, D19, A3, apresenta um erro no procedimento da obtenção da função oferta: colocam denominadores de 3 5 5 ao invés de 3 3 3. Levando em consideração que o procedimento seguinte é resultado da divisão correta pelo denominador 3, essa resolução foi considerada satisfatória.</p>																														

Quadro 31 – Resolução satisfatória utilizando procedimento padrão

Fonte: do autor

b) Subunidade de análise efetiva: resolução satisfatória utilizando outros procedimentos

Corresponde ao processo de resolução correto, mas que apresenta outros padrões de resolução que não o esperado para o nível de escolaridade do aluno (ensino médio). Nesse caso, esses processos correspondem ao nível fundamental do ensino básico.

Subunidade: resolução satisfatória utilizando outros procedimentos	
 <p> $10\% \cdot R\\$ 7.500,00 = R\\$ 750,00$ $5\% \cdot R\\$ 7.500,00 = R\\$ 375,00$ $R\\$ 750,00 + R\\$ 375,00 = R\\$ 1.125,00$ $R\\$ 875,00$ </p>	D13, A1, Q1a
 <p> $700,00 = 100 \text{ centos}$ $60 + 40 = 100 \text{ centos}$ $\begin{array}{r} \times 5 \\ 300 \\ \hline \end{array} + \begin{array}{r} \times 10 \\ 400 \\ \hline \end{array} = 700,00 \text{ reais}$ R. foram vendidas 40 centos adultos e 60 para crianças </p>	D10, A1, Q2
Síntese da subunidade	<p>Nessa subunidade é possível observar que os discentes produzem resoluções corretas, porém são resoluções alternativas do processo padrão que é esperado para o nível médio de ensino. Essas resoluções apresentam um processo mais longo que o padrão sistematizado.</p> <p>Obs: a ideia presente na resolução do discente D13, A1, Q1a, está correta embora a linguagem simbólica não esteja empregada de modo apropriado, ou seja, deveria ser $10\% \cdot 7.500,00 = R\\$ 750,00$ e $5\% \cdot R\\$ 7.500,00 = R\\$ 375,00$.</p>

Quadro 32 – Resolução satisfatória utilizando outros procedimentos

Fonte: do autor

c) Subunidade de análise efetiva: resolução parcialmente satisfatória utilizando procedimento padrão

Compreende o processo de resolução parcialmente correto e que apresenta um padrão esperado para o nível de escolaridade do aluno. Nesse caso, esse processo corresponde ao nível médio de ensino.

Subunidade: resolução parcialmente satisfatória utilizando procedimento padrão	
	<p> $7.500 = 100\%$ $x = 5\%$ $100x = 7.500,5$ $100x = 37.500$ $x = \frac{37.500}{100}$ $x = R\\$ 37,50$ $37,50$ $+ 500,00$ $537,50$ Seria de R\$ 537,50. </p> <p>D3, A1, Q1a</p>
	<p> $\Delta = b^2 - a \cdot c$ $\Delta = (-5)^2 - 16 \cdot 150$ $\Delta = 25 - 2400$ $\Delta = -2375$ </p> <p> $x = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2 \cdot a}$ $x = \frac{-(-5) \pm \sqrt{2375}}{2 \cdot 16}$ $x = \frac{5 \pm 30}{32}$ $x_1 = \frac{5+30}{2} = \frac{35}{2} = 17,5$ $x_2 = \frac{5-30}{2} = \frac{-25}{2} = -12,5$ </p> <p> $S = \{17,5, 12,5\}$ </p> <p>D20, A1, Q3b</p>
<p>Síntese da subunidade</p>	<p>Com base nas respostas apresentadas nessa subunidade é possível observar que os discentes utilizam, em suas resoluções, o procedimento padrão para seu nível de ensino, no entanto, essas resoluções apresentam-se parcialmente corretas. Nota-se que a resolução compreende procedimentos realizados de forma correta e outros não.</p> <p>Outro aspecto considerado nessa subunidade foi a presença adequada de procedimentos necessários para a resolução da questão, embora possam estar operacionalizados de forma correta ou não, ou ainda, de modo incompleto.</p> <p>O exemplo D3, A1, Q1a apresenta o cálculo de multiplicação realizado de forma errônea, contudo o procedimento utilizado para solucionar a questão está correto, ou seja, calcula-se 5% de R\$ 7.500,00 e adiciona-se a R\$ 500,00. Por esse motivo foi considerado parcialmente correto.</p> <p>O exemplo D20, A1, Q3b foi considerado parcialmente correto pelo fato do discente identificar que a questão a ele proposta envolve uma equação do segundo grau e que pode ser resolvida por meio da fórmula de Báskara, embora tenha se lembrado parcialmente da mesma. A retirada dos dados também está parcialmente correta.</p>

Quadro 33 – Resolução parcialmente satisfatória utilizando procedimento padrão

Fonte: do autor

d) Subunidade de análise efetiva: resolução parcialmente satisfatória utilizando outros procedimentos

Implica no processo de resolução parcialmente correto, mas que apresenta outros padrões de resolução que não o esperado para o nível de

escolaridade do aluno (ensino médio). Nesse caso, esses processos correspondem ao nível fundamental do ensino básico.

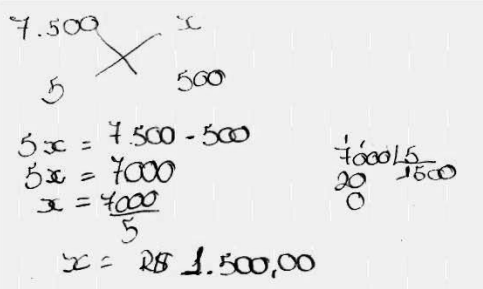
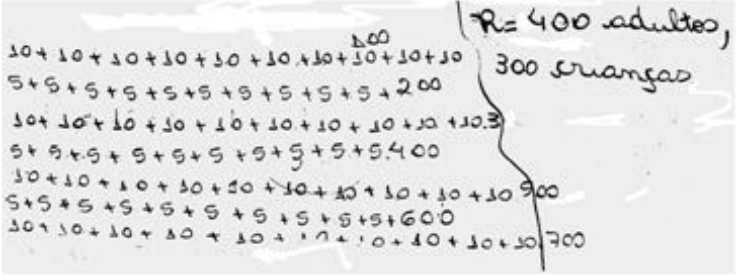
Subunidade: resolução parcialmente satisfatória utilizando outros procedimentos	
$x^2 - 5x + 6 = 0$ $2^2 - 5 \cdot 2 + 6 = 0$ $4 - 10 + 6 = 0$ $-6 + 6 = 0$ $0 = 0$	D7, A1, Q3b
<p> $95 \times 28 = 2660 \rightarrow$ cliente pago. $95 \cdot 9 = 855$ salgados $\rightarrow 8 \cdot 14 + 7,7 = 119,70 \rightarrow$ salgados $14 \begin{array}{r} - 100 \\ \times \quad 55 \end{array} \quad 20 \begin{array}{r} - 100 \\ \times \quad 10 \end{array}$ $95 \cdot 150g \rightarrow 14.250 \rightarrow 14 \cdot 15 + 3,75 = 213,75 \rightarrow$ bolo $95 \cdot 5,80 \rightarrow 551,00 \rightarrow$ bebidas $119,70 + 213,75 + 551,00 = 884,45 \rightarrow$ total $2660,00 - 884,45 = 1775,55 \rightarrow$ lucro Custo total $\rightarrow 12538,27$ lucro total $\rightarrow 29377,66$ $16839,39 \rightarrow$ lucro do mês </p>	D8, D11, A2
Síntese da subunidade	<p>Com base nas respostas apresentadas nessa subunidade, é possível observar que os discentes utilizam outros procedimentos de resolução que não correspondem ao padrão para seu nível de ensino e que esses procedimentos apresentam-se parcialmente corretos.</p> <p>Outro aspecto considerado foi a presença de procedimentos necessários para a resolução da questão, embora possam estar operacionalizados de forma correta ou não, ou ainda, de forma incompleta.</p> <p>O primeiro exemplo (D7, A1, Q3b) foi considerado parcialmente correto pelo fato do discente ter encontrado uma das soluções da equação não pelos procedimentos formais como, por exemplo, aplicação da fórmula de Báskara, mas pela substituição de um valor aleatório na equação e verificação de que esse valor resulta na igualdade $0=0$.</p> <p>Já o segundo exemplo D8, D11, A2, foi considerado parcialmente correto porque os discentes não operam com modelos que representam diretamente o custo total e o lucro total, mas com cálculos particularizados de cada evento para salgados, doces, bolo, e bebidas e, posteriormente encontrando o custo e o lucro total.</p>

Quadro 34 – Resolução parcialmente satisfatória utilizando outros procedimentos

Fonte: do autor

e) Subunidade de análise efetiva: resoluções inaceitáveis

Envolve a resolução efetuada de forma incorreta, com emprego de procedimentos inadequados.


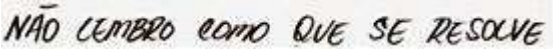
Subunidade: resoluções inaceitáveis	
	D8, A1, Q1a
	D13, A1, Q2
Síntese da subunidade e	<p>Com base nas respostas acima apresentadas, é possível observar que os discentes apresentam resoluções inaceitáveis às questões propostas, por estarem completamente incorretas.</p> <p>Nota-se, também, que diversas resoluções, fundamentados em procedimentos elementares ou aprimorados, mostram-se incompletas.</p>

Quadro 35 – Resoluções inaceitáveis

Fonte: do autor

f) Subunidade de análise efetiva: questões não resolvidas

Compreende as questões que apresentam nenhum tipo de resolução matemática, comumente chamadas de “resolução em branco”. É possível que essas resoluções apresentem frases do tipo: “não sei”, “não lembro”, “esqueci”, entre outras.

Subunidade: questões não resolvidas	
	D6, A1, Q1a
	D15, A1, Q2
Síntese da subunidade	<p>Nessa subunidade de análise, nota-se que os discentes não conseguiram resolver a questão, ou seja, não conseguiram estabelecer qualquer vínculo entre o enunciado da questão e algum procedimento matemático de resolução.</p>

Quadro 36 – Questões não resolvidas

Fonte: do autor

ii) Unidade de análise efetiva: procedimentos matemáticos algébricos

Analisa os procedimentos presentes na resolução dos problemas, tanto os empregados de forma correta como os parcialmente corretos ou incorretos. O objetivo é reconhecer os procedimentos utilizados pelos alunos em suas resoluções (quadro 37).

UNIDADE DE ANÁLISE	SUBUNIDADES DE ANÁLISE EFETIVAS
Procedimentos matemáticos algébricos	Procedimentos elementares
	Procedimentos aprimorados

Quadro 37 – Procedimentos matemáticos algébricos

Fonte: do autor

a) Subunidade de análise efetiva: procedimentos elementares

Compreende os procedimentos de adição, subtração, multiplicação e divisão.

Subunidade: procedimentos elementares	
	$\frac{7,5x}{7,5} = \frac{25,50}{7,5}$ $x = 3,4$ $x = \frac{-2525,50}{-7,5}$ $x = 336,73$
	$119,70 + 213,75 + 551,00 = 884,45$ $8 \cdot 14 + 7,7 = 119,70 \rightarrow \text{malgados}$ $14 \cdot 15 + 3,75 = 213,75 \rightarrow \text{bolo}$
Síntese da subunidade	<p>Nessa subunidade, observa-se a utilização dos procedimentos elementares. É relevante salientar que eles foram utilizados em todas as atividades analisadas, empregados de forma independente, articulados com outros ou permeando a operacionalização de outros procedimentos. Nem todos os procedimentos elementares analisados nessa subunidade foram operacionalizados corretamente.</p>

Quadro 38 – Procedimentos elementares

Fonte: do autor

b) Subunidade de análise efetiva: procedimentos aprimorados

Abrange procedimentos que envolvem outros tipos de operacionalizações considerados mais aprimorados que os elementares, tais como: porcentagem; raiz; potência; fatoração; regra de três simples; determinante; princípio aditivo em equações; princípio multiplicativo em equações; identificação e uso de fórmulas na resolução de equações; uso de fórmulas na resolução de equações do 2º grau; uso de propriedades exponenciais; uso de propriedades logarítmicas; uso de técnicas de resolução de sistemas de equações lineares; identificação da fórmula do vértice de uma parábola e utilização da fórmula do vértice de uma parábola.

Subunidade: procedimentos aprimorados	
$1,35^n = 5,7$ $\log 1,35^n = \log 5,7$ $n = \frac{\log 5,7}{\log 1,35}$ $\underline{5,79 \text{ anos}}$	D1, D3, D17, A4
$\Delta = b^2 - 4 \cdot a \cdot c$ $\Delta = (27)^2 - 4 \cdot (-1) \cdot 574$ $\Delta = 729 + 2296$ $\Delta = 3025$ $t = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{2 \cdot a}$ $t = \frac{-27 \pm \sqrt{3025}}{2 \cdot (-1)}$ $t = \frac{-27 \pm 55}{-2}$ $t' = \frac{-27 + 55}{-2} = \frac{28}{-2} = \textcircled{-14}$ $t'' = \frac{-27 - 55}{-2} = \frac{82}{-2} = \textcircled{41}$	D7, D8, D9, D11, D16, A4
Síntese da subunidade	<p>Observa-se a utilização de procedimentos aprimorados nessa subunidade. É relevante salientar que esses procedimentos foram utilizados em muitas atividades analisadas, tanto empregados de forma independente (por exemplo, equação exponencial), como articulados com outros (por exemplo, equação do 1º grau e sistemas de equações lineares), ou ainda, permeando a operacionalização de outros procedimentos (por exemplo, uso do princípio aditivo na resolução de uma equação do 2º grau). Nem todos os procedimentos analisados nessa subunidade foram operacionalizados corretamente e, em alguns casos, apresentam um desenvolvimento incompleto.</p>

Quadro 39 – Procedimentos aprimorados

Fonte: do autor

iii) Unidade de análise efetiva: procedimentos matemáticos gráficos

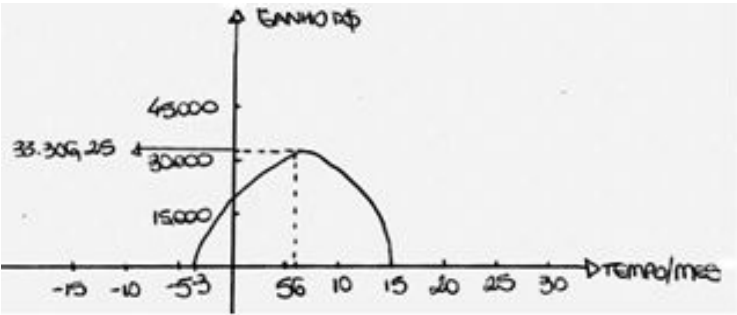
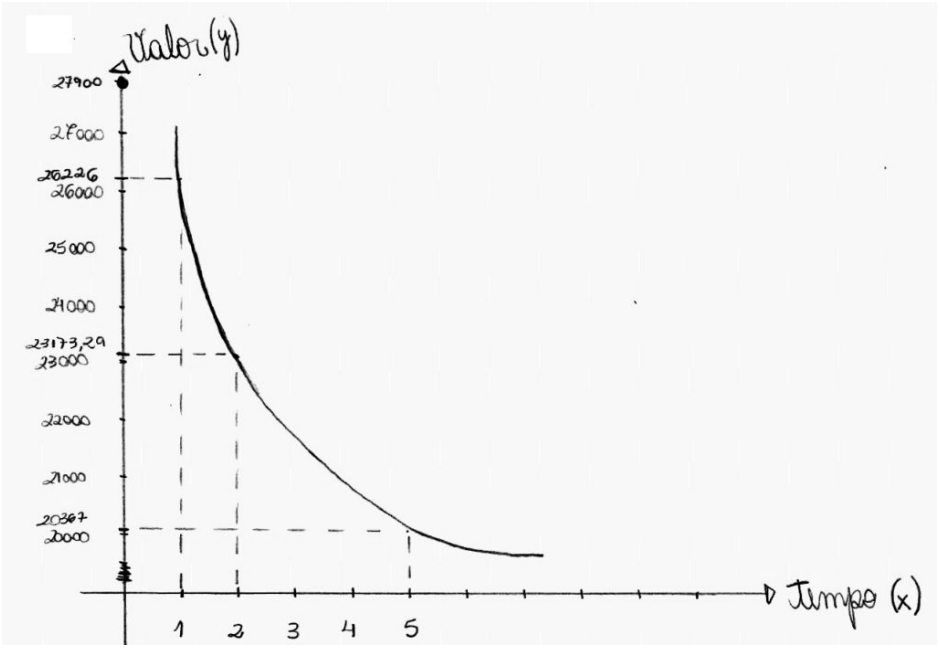
Analisa a representação gráfica apresentada pelos alunos com relação às seguintes características: utilização dos eixos da abscissa e da ordenada em relação às variáveis dependentes e independentes, utilização de escalas e construção das curvas no plano cartesiano. Essa unidade compreende duas subunidades, apresentadas no quadro 40.

UNIDADE DE ANÁLISE	SUBUNIDADES DE ANÁLISE EFETIVAS
Procedimentos matemáticos gráficos	Utilização adequada de representação gráfica
	Utilização inadequada de representação gráfica

Quadro 40 – Procedimentos matemáticos gráficos
Fonte: do autor

a) Subunidade de análise efetiva: utilização adequada de representação gráfica

Envolve a utilização correta dos eixos da abscissa e da ordenada com relação às variáveis dependentes e independentes; o uso correto das escalas em cada eixo do plano cartesiano e a construção correta de curvas contínuas apropriadas à resolução do problema.

Subunidade: utilização adequada de representação gráfica	
	D4, D5, D6, A4
	D12, D13, D18, D20, A4
Síntese da subunidade	<p>Nessa subunidade, nota-se a utilização correta dos eixos da abscissa e da ordenada com relação às variáveis dependentes e independentes; o uso correto das escalas em cada eixo do plano cartesiano e a construção correta de curvas apropriadas ao problema estudado.</p>

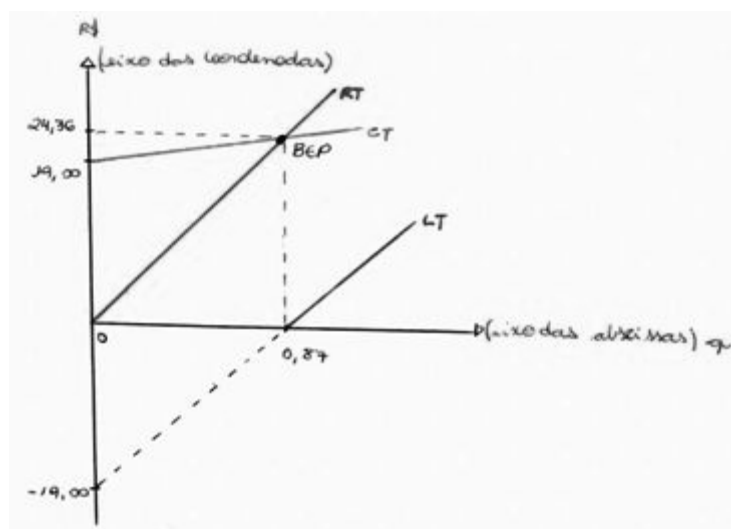
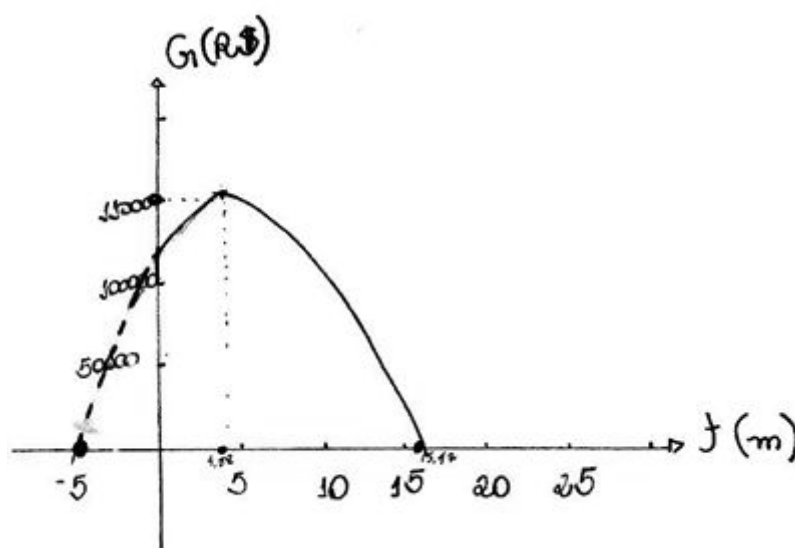
Quadro 41 – Utilização adequada de representação gráfica

Fonte: do autor

b) Subunidade de análise efetiva: utilização inadequada de representação gráfica

Envolve a utilização parcialmente correta da representação gráfica da resolução de um problema. A representação pode estar correta com relação a uma ou duas características, das três analisadas nessa unidade.

Subunidade: utilização inadequada de representação gráfica

D1, D3, D9,
D17, A3D2, D10,
D14, D15,
D19, A4**Síntese da subunidade**

Nessa subunidade, nota-se a utilização correta dos eixos da abscissa e da ordenada, com relação às variáveis dependentes e independentes, o traçado correto de curvas apropriadas ao problema estudado (retas e parábola), contudo ocorre o uso incorreto da escala no eixo da ordenada e a utilização de curva contínua no primeiro exemplo.

Quadro 42 – Utilização inadequada de representação gráfica

Fonte: do autor

II) CATEGORIA: Aspectos epistemológicos prévios

Nessa categoria, são analisadas características epistemológicas do conhecimento matemático presentes nos componentes da matematização horizontal e vertical dos procedimentos de resolução dos problemas. A categoria é composta por duas unidades de análise e quinze subunidades, apresentadas na figura 45.

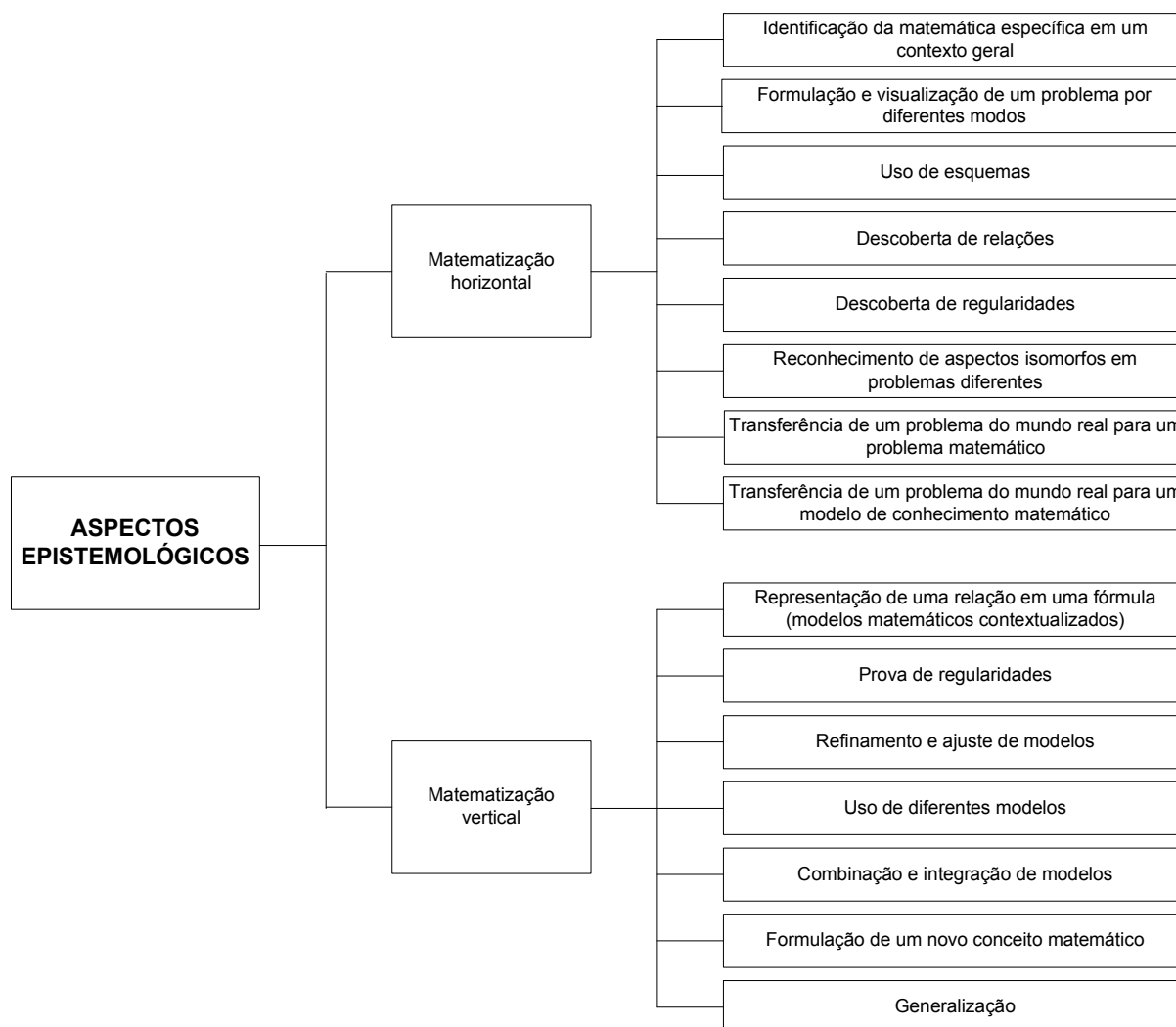


Figura 45 – Aspectos epistemológicos prévios
Fonte: do autor

i) Unidade de análise efetiva: matematização horizontal

Compreende atividades desenvolvidas pelos alunos referentes à matematização horizontal, descritas por Lange Jzn (1987, p. 43), apresentadas no quadro 43. É relevante ressaltar que a compreensão dessas atividades é da proponente deste trabalho.

UNIDADE DE ANÁLISE	SUBUNIDADES DE ANÁLISE EFETIVAS
Matematização horizontal	Identificação da matemática específica em um contexto geral; Formulação e visualização de um problema por diferentes modos; Descoberta de relações; Descoberta de regularidades; Reconhecimento de aspectos isomorfos em problemas diferentes; Transferência de um problema do mundo real para um problema matemático; Transferência de um problema do mundo real para um modelo de conhecimento matemático.

Quadro 43 – Matemática horizontal

Fonte: do autor

a) Subunidade de análise efetiva: identificação da matemática específica em um contexto geral

Reconhecimento de um ou alguns procedimento(s) adequado(s) à resolução do problema.

Subunidade: identificação da matemática específica em um contexto geral	
<p>a) $CT = 7,50 \cdot x + 25,50$</p> <p>b) $RT = 15,00 \cdot x$</p> <p>c) $L = R - C$ $LT = 15 \cdot x - (7,5 \cdot x + 25,50)$ $LT = 15x - 7,50x - 25,50$ $LT = 7,5x - 25,50$</p> <p>d) $RT = CT$ $15x = 7,5x + 25,50$ $15x - 7,5x = 25,50$ $7,5x = 25,50$ $\frac{7,5x}{7,5} = \frac{25,50}{7,5}$ $x = 3,4$</p> <p>$RT = 16,34$ $RT = 51$ $CT = 7,5x + 25,50$ $CT = 7,5 \cdot 3,4 + 25,50$ $CT = 51$</p> <p>$BeP(3,4; 51)$</p>	<p>e) $L = R - C$ $2.500 = 7,5x - 25,50$ $-7,5x = -25,50 - 2.500$ $-7,5x = -2525,50$ $x = \frac{-2525,50}{-7,5}$ $x = 336,73$ ou $336-Unid.$</p>
<p>$7.500,00 \times 5\% = 375,00$ $500,00 + 375,00 = 875,00$</p>	<p>D7, D8, D11, D16, A3</p> <p>D16, A1, Q1a</p>
<p>Síntese da subunidade</p>	<p>Nessa unidade de análise, nota-se que os alunos identificaram a matemática específica de resolução da questão em um contexto geral, porém, nem todas as operacionalizações são realizadas de modo satisfatório. Os procedimentos presentes nessa unidade vão desde os elementares aos aprimorados.</p>

Quadro 44 – Identificação da matemática específica em um contexto geral

Fonte: do autor

b) Subunidade de análise efetiva: formulação e visualização de um problema por diferentes modos

Apresenta mais de um modo de entendimento do problema, seja por esquema, enumeração, tentativa, seja por esboço do uso de algum procedimento.

Subunidade: formulação e visualização de um problema por diferentes modos											
<p style="text-align: center;"><u>05/04</u></p> <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>salgado = R\$ 68,04</td> <td>-> 1,26</td> <td rowspan="4" style="font-size: 3em; vertical-align: middle;">}</td> <td rowspan="4" style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; padding: 5px;">400,14</td> </tr> <tr> <td>doces = R\$ 70,20</td> <td>-> 1,30</td> </tr> <tr> <td>bolo = R\$ 121,50</td> <td>-> 2,25</td> </tr> <tr> <td>bebida = R\$ 140,40</td> <td>-> 2,60</td> </tr> </table> <p style="text-align: center; margin-top: 20px;">82 pessoas</p> $04 \times 1,26 + 2,25 + 1,30 + 5,80 = 10,61 \times 82 = 870,02$ <p style="text-align: center; margin-top: 20px;"><u>25/04</u></p> $1,26 + 1,30 + 2,25 + 2,60 = 7,41$	salgado = R\$ 68,04	-> 1,26	}	400,14	doces = R\$ 70,20	-> 1,30	bolo = R\$ 121,50	-> 2,25	bebida = R\$ 140,40	-> 2,60	D1, D3, D17, A2
salgado = R\$ 68,04	-> 1,26	}			400,14						
doces = R\$ 70,20	-> 1,30										
bolo = R\$ 121,50	-> 2,25										
bebida = R\$ 140,40	-> 2,60										
<div style="border: 1px solid gray; padding: 5px; margin-bottom: 20px;"> <p>45 pessoas x 9 salgadinhos = 855,00 x 0,14 (custo do salgado) = 119,70</p> <p>45 pessoas x 150gr. bolo = 45 x 2,25 (custo do bolo) = 213,75</p> <p>1000 - 15,00 150 - x x = 12,25</p> <p>45 pessoas x 5,80 (bebida) = 551,00</p> <p>119,70 + 213,75 + 551,00 = 884,45 custo</p> <p>45 pessoas x 28,00 (abrado) = 2660,00 cliente pagou</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr><td style="text-align: right;">2660,00</td></tr> <tr><td style="text-align: right;">- 884,45</td></tr> <tr><td style="text-align: right; border: 1px solid black; padding: 2px;">1775,55 lucro</td></tr> </table> </div> <div style="margin-top: 20px;"> <p>78 x 1,26 EVENTO Nº 4 <u>08/04</u></p> <p>78 x 1,30 28 x 78 = 2,184,00</p> <p>78 x 2,25</p> <p>78 x 2,60</p> <hr style="width: 50%; margin-left: 0;"/> <p>7,41 x 78 = 577,92</p> <div style="margin-left: 300px;"> <p>2,184,00 bruto</p> <p>- 577,98 GASTO</p> <hr style="width: 50%; margin-left: 0;"/> <p>1,606,02 Lucro</p> </div> </div>	2660,00	- 884,45	1775,55 lucro	D5, D10, D14, A2							
2660,00											
- 884,45											
1775,55 lucro											
<p>Síntese da subunidade</p>	<p>Observa-se, nessa subunidade, que um mesmo grupo de alunos formula e visualiza de modo diferente a resolução de um único problema.</p>										

Quadro 45 – Formulação e visualização de um problema por diferentes modos

Fonte: do autor

c) Subunidade de análise efetiva: descoberta⁴¹ de relações

Envolve as relações estabelecidas, pelos alunos, tanto relacionadas às variáveis de diferentes naturezas quanto aos dados do contexto do problema e os procedimentos empregados em sua análise.

Subunidade: descoberta de relações							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tempo</th> <th>Quantidade</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td> <td>3.500</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>$3.500+0,35*3.500=4.725$</td> </tr> </tbody> </table>	Tempo	Quantidade	-	3.500	1	$3.500+0,35*3.500=4.725$	D1, D3, D17, A4
Tempo	Quantidade						
-	3.500						
1	$3.500+0,35*3.500=4.725$						
$\begin{array}{ccc cc} Q & P & 1 & Q & P \\ \hline 6 & 620 & 1 & 6 & 620 \\ 8 & 640 & 1 & 8 & 640 \end{array}$ $\begin{array}{ccc cc} Q & P & 1 & Q & P \\ \hline 5 & 660 & 1 & 5 & 660 \\ 4 & 680 & 1 & 4 & 680 \end{array}$ (Q ; P) (6,66 ; 626,60)	D4, D12, D13, D15, D18, D20, A3						
<p>- Então, quando Silvana colocar as habilitações ao preço de R\$626,60 cada uma, ela venderá 6,66 carteiras segundo os dados.</p>							
Síntese da subunidade	Nota-se que, nessa subunidade, foram estabelecidas relações entre variáveis de natureza distinta relacionadas aos dados do contexto do problema (por exemplo: tempo e quantidade, entre outros) e, também, entre os procedimentos empregados no processo de resolução do problema (por exemplo: determinantes, equações do 1º grau e sistemas de equações lineares).						

Quadro 46 – Descoberta de relações

Fonte: do autor

d) Subunidades de análise efetiva: descoberta de regularidades

Apresenta as regularidades existentes entre as variáveis do contexto do problema, estabelecidas pelos alunos.

⁴¹ O termo “descoberta” é compreendido neste trabalho como percepção ou identificação.

Subunidade: descoberta de regularidades																															
<table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">Q</td> <td style="padding: 2px;">P</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">Q</td> <td style="padding: 2px;">P</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">6</td> <td style="padding: 2px;">620</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">6</td> <td style="padding: 2px;">620</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">8</td> <td style="padding: 2px;">640</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">8</td> <td style="padding: 2px;">640</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Função de Oferta.</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">Q</td> <td style="padding: 2px;">P</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">Q</td> <td style="padding: 2px;">P</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">5</td> <td style="padding: 2px;">660</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">5</td> <td style="padding: 2px;">660</td> </tr> <tr> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">4</td> <td style="padding: 2px;">680</td> <td style="border-right: 1px solid black; padding: 2px;">1</td> <td style="padding: 2px;">4</td> <td style="padding: 2px;">680</td> </tr> </table> <p style="text-align: center;">Função de Demanda.</p> <p style="text-align: center;">P=P Ponto de Equilíbrio</p>	Q	P	1	Q	P	6	620	1	6	620	8	640	1	8	640	Q	P	1	Q	P	5	660	1	5	660	4	680	1	4	680	<p>D4, D12, D13, D15, D18, D20, A3</p>
Q	P	1	Q	P																											
6	620	1	6	620																											
8	640	1	8	640																											
Q	P	1	Q	P																											
5	660	1	5	660																											
4	680	1	4	680																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 20%;">TEMPO</th> <th>Valor Do Veículo</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">-</td> <td style="text-align: center;">27.900</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;"> $27900 - 0,06 \cdot 27900$ $27900(1 - 0,06)$ $27900 \cdot 0,94 = 26226$ </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;"> $26226 - 0,06 \cdot 26226$ $26226(1 - 0,06)$ $26226 \cdot 0,94 = 23173,29$ </td> </tr> </tbody> </table>	TEMPO	Valor Do Veículo	-	27.900	1	$27900 - 0,06 \cdot 27900$ $27900(1 - 0,06)$ $27900 \cdot 0,94 = 26226$	2	$26226 - 0,06 \cdot 26226$ $26226(1 - 0,06)$ $26226 \cdot 0,94 = 23173,29$	<p>D12, D13, D18, D20, A4</p>																						
TEMPO	Valor Do Veículo																														
-	27.900																														
1	$27900 - 0,06 \cdot 27900$ $27900(1 - 0,06)$ $27900 \cdot 0,94 = 26226$																														
2	$26226 - 0,06 \cdot 26226$ $26226(1 - 0,06)$ $26226 \cdot 0,94 = 23173,29$																														
Síntese da subunidade	As operacionalizações apresentadas nessa unidade demonstram a percepção de regularidades identificadas, a partir da reflexão e da interpretação de enunciado da atividade, pelos alunos e efetuadas de modo correto.																														

Quadro 47 – Descoberta de regularidades

Fonte: do autor

e) Subunidade de análise efetiva: reconhecimento de aspectos isomorfos em problemas diferentes

Uso dos mesmos elementos em diferentes problemas, tais como procedimentos, variáveis e representações.

Subunidade: reconhecimento de aspectos isomorfos em problemas diferentes	
$\begin{array}{c cc cc} Q & P & 1 & Q & P \\ \hline 6 & 620 & 1 & 6 & 620 \\ 8 & 640 & 1 & 8 & 640 \end{array}$ $620Q + 8P + 3840 - 6P - 640Q - 4960 = 0$ $\begin{array}{c cc cc} Q & P & 1 & Q & P \\ \hline 5 & 660 & 1 & 5 & 660 \\ 4 & 680 & 1 & 4 & 680 \end{array}$ $660Q + 4P + 3400 - 5P - 680Q - 2640 = 0$ $-P = 20Q - 760 \quad (.-1) \quad P = 10.6,66 + 560$ $P = -20Q + 760 \quad P = 66,6 + 560$	D4, D12, D13, D15, D18, D20, A3
$\begin{array}{c cc cc} P & Q & 1 & P & Q \\ \hline 2.450 & 22 & 1 & 2.450 & 22 \\ 2.380 & 25 & 1 & 2.380 & 25 \end{array}$ $22P + 2.380Q + 61.250 - 2.450Q - 25P - 52.360 = 0$ $\begin{array}{c cc cc} P & Q & 1 & P & Q \\ \hline 2.300 & 21 & 1 & 2.300 & 21 \\ 2.200 & 18 & 1 & 2.200 & 18 \end{array}$ $21P + 2.200Q + 41.400 - 2.300Q - 18P - 46.200 = 0$	D2, D5, D6, D10, D14, D19, A3
Síntese da subunidade	Nessa subunidade, nota-se a existência do mesmo procedimento elementar (adição) permeando diferentes atividades desenvolvidas pelos alunos. É possível observar que a representação gráfica de curvas ocorre num mesmo tipo de plano (cartesiano) em diferentes atividades. Especificamente, na amostra presente, observa-se que foi empregado um mesmo procedimento aprimorado (determinante) na resolução do problema de dois grupos diferentes.

Quadro 48 – Reconhecimento de aspectos isomorfos em problemas diferentes

Fonte: do autor

f) Subunidade de análise efetiva: transferência de um problema do mundo real para um problema matemático

Tradução de um problema do mundo físico complexo para um contexto reduzido de um problema matemático.

Subunidade: transferência de um problema do mundo real para um problema matemático	
PRODUÇÃO DE PUXA-SACOS	
<p>Segundo informações obtidas na produção artesanal de puxa-sacos, apresenta o custo variável médio por unidade de R\$7,50 e o custo fixo de R\$25,50 para fabricação de até 200 unidades. Sabendo que o preço de venda de cada unidade deste puxa-saco na mesma faixa de quantidade é de R\$15,00. Identifique:</p> <p>a) Função do custo total de produção de puxa-sacos. b) Função de receita total a partir da venda dos puxa-sacos. c) Função do lucro total da produção dos puxa-sacos. d) O Break-even point (BEP), a quantidade que fornece o ponto de nivelamento entre a receita e o custo total. e) A produção necessária para um lucro total de R\$2.500,00.</p>	D7, D8, D11, D16, A3
<p>A empresa [REDACTED] trabalha com a revenda de veículos autorizada, entre eles o automóvel Gol GV novo e também com 1ano de uso, o mesmo possui valores como:</p> <p style="padding-left: 40px;">- Novo: R\$27.900,00 - Seminovo: R\$26.226,00</p> <p>E média de desvalorização de 6% ao ano. Através destas informações determine:</p> <p>a- O modelo matemático contextualizado e o tipo-essência da desvalorização desse veículo. b- Depois de quanto tempo, aproximadamente , seu preço cairá para cerca da metade do preço de um carro novo do mesmo tipo? c- Qual será o valor de mercado do veículo daqui 5 anos? d- Qual será a porcentagem total do veículo 5anos após sua compra? e- Qual a porcentagem de desvalorização do valor inicial do veículo? f- Se possível o esboço gráfico que representa o valor em função do tempo.</p>	D12, D13, D18, D20, A4
Síntese da subunidade	Nota-se que os alunos foram capazes de efetuar a tradução de uma situação do mundo físico complexo para um contexto reduzido de um problema matemático.

Quadro 49 – Transferência de um problema do mundo real para um problema matemático
Fonte: do autor

g) Subunidade de análise efetiva: transferência de um problema do mundo real para um modelo de conhecimento matemático

Identificação de um modelo matemático em um problema inerente ao mundo físico.

Subunidade: transferência de um problema do mundo real para um modelo de conhecimento matemático																																	
$\begin{array}{c cc} Q & P & 1 \\ \hline 6 & 620 & 1 \\ 8 & 640 & 1 \end{array} \quad \begin{array}{c cc} Q & P \\ \hline 6 & 620 \\ 8 & 640 \end{array}$ <p>$P = 10Q + 560$</p> <p>Função de Oferta.</p> $\begin{array}{c cc} Q & P & 1 \\ \hline 5 & 660 & 1 \\ 4 & 680 & 1 \end{array} \quad \begin{array}{c cc} Q & P \\ \hline 5 & 660 \\ 4 & 680 \end{array}$ <p>$P = -20Q + 760$</p> <p>Função de Demanda.</p>			D4, D12, D13, D15, D18, D20, A3																														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tempo (semanas)</th> <th>Fretes (unidades)</th> <th>Valor R\$</th> <th>Ganho R\$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>15</td> <td>40,00</td> <td>600,00</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>$15+1=16$</td> <td>$40,00-1,00=39,00$</td> <td>$16 \cdot 39,00=624,00$</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>$15+2=17$</td> <td>$40,00-2 \cdot 1,00=38,00$</td> <td>$17 \cdot 38,00=646,00$</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>$15+3=18$</td> <td>$40,00-3 \cdot 1,00=37,00$</td> <td>$18 \cdot 37,00=666,00$</td> </tr> <tr> <td>$T=$</td> <td>$15+(T-1) \cdot 1$</td> <td>$40-(T-1) \cdot 1,00$</td> <td>$G=(1T+14) \cdot (1,00T+41)$</td> </tr> <tr> <td></td> <td>$15+1T-1$ $1T+14$ $F=1T+14$</td> <td>$40-1,00T+1,00$ $-1,00T+41,00$ $V=-1,00T+41,00$</td> <td>$G=-1T^2+41T-14T+574$ $G=-1T^2+27T+574$ MMC em função de tempo dos fretes</td> </tr> <tr> <td></td> <td>T=TEMPO F=FRETES</td> <td>V=VALOR</td> <td>G=GANHO</td> </tr> </tbody> </table>	Tempo (semanas)	Fretes (unidades)	Valor R\$	Ganho R\$	1	15	40,00	600,00	2	$15+1=16$	$40,00-1,00=39,00$	$16 \cdot 39,00=624,00$	3	$15+2=17$	$40,00-2 \cdot 1,00=38,00$	$17 \cdot 38,00=646,00$	4	$15+3=18$	$40,00-3 \cdot 1,00=37,00$	$18 \cdot 37,00=666,00$	$T=$	$15+(T-1) \cdot 1$	$40-(T-1) \cdot 1,00$	$G=(1T+14) \cdot (1,00T+41)$		$15+1T-1$ $1T+14$ $F=1T+14$	$40-1,00T+1,00$ $-1,00T+41,00$ $V=-1,00T+41,00$	$G=-1T^2+41T-14T+574$ $G=-1T^2+27T+574$ MMC em função de tempo dos fretes		T=TEMPO F=FRETES	V=VALOR	G=GANHO	D7, D8, D9, D11, D16, A4
Tempo (semanas)	Fretes (unidades)	Valor R\$	Ganho R\$																														
1	15	40,00	600,00																														
2	$15+1=16$	$40,00-1,00=39,00$	$16 \cdot 39,00=624,00$																														
3	$15+2=17$	$40,00-2 \cdot 1,00=38,00$	$17 \cdot 38,00=646,00$																														
4	$15+3=18$	$40,00-3 \cdot 1,00=37,00$	$18 \cdot 37,00=666,00$																														
$T=$	$15+(T-1) \cdot 1$	$40-(T-1) \cdot 1,00$	$G=(1T+14) \cdot (1,00T+41)$																														
	$15+1T-1$ $1T+14$ $F=1T+14$	$40-1,00T+1,00$ $-1,00T+41,00$ $V=-1,00T+41,00$	$G=-1T^2+41T-14T+574$ $G=-1T^2+27T+574$ MMC em função de tempo dos fretes																														
	T=TEMPO F=FRETES	V=VALOR	G=GANHO																														
Síntese da subunidade	<p>Nessa unidade, é possível observar que os discentes foram capazes de realizar a transferência de um problema do mundo físico para um conhecimento matemático.</p> <p>A partir da reflexão e interpretação adequadas do enunciado do contexto, foi possível identificar o modelo matemático contextualizado que representa a estrutura do problema.</p>																																

Quadro 50 – Transferência de um problema do mundo real para um modelo de conhecimento matemático

Fonte: do autor

ii) Unidade de análise efetiva: matematização vertical

Compreende atividades desenvolvidas pelos alunos referentes à matematização vertical descritas por Lange Jzn (1987, p. 43), apresentadas no

quadro 51. É importante destacar que a compreensão dessas atividades é da proponente deste trabalho.

UNIDADE DE ANÁLISE	SUBUNIDADES DE ANÁLISE EFETIVAS
Matematização vertical	Representação de uma relação em uma fórmula (modelos matemáticos contextualizados); Refinamento e ajuste de modelos; Uso de diferentes modelos; Combinação e integração de modelos.

Quadro 51 – Matematização vertical

Fonte: do autor

a) Subunidade de análise efetiva: representação de uma relação em uma fórmula (modelos matemáticos contextualizados)

Criação de um modelo matemático contextualizado que represente uma relação identificada na componente horizontal. Neste projeto, especificamente, o termo *fórmula* foi interpretado como *modelo matemático*.

Subunidade: representação de uma relação em uma fórmula (modelos matemáticos contextualizados)	
<p>a) Função do custo total (CT): $CT = 6,20 \cdot q + 19,00$</p> <p>b) Função da receita total (RT): $RT = 28,00 \cdot q$</p> <p>c) LT $LT = 21,80q - 19,00$</p>	D1, D3, D9, D17, A3
<p>$P = 10Q + 560$ Função de Oferta.</p> <p>$P = -20Q + 760$ Função de Demanda.</p>	D4, D12, D13, D15, D18, D20, A3
Síntese da subunidade	Nota-se, nessa unidade, a criação e a representação adequadas de relações e regularidades entre variáveis atinentes a um contexto específico em um modelo matemático contextualizado.

Quadro 52 – Representação de uma relação em uma fórmula

Fonte: do autor

b) Subunidade de análise efetiva: refinamento e ajuste de modelos

Adequação aprimorada dos modelos produzidos.

Subunidade: refinamento e ajuste de modelos	
$LT = 28,00q - (6,20q + 19,00)$ $LT = 28,00q - 6,20q - 19,00$ $LT = 21,80q - 19,00$	D1, D3, D9, D17, A3
$22P + 2.380Q + 61.250 - 2.450Q - 25P - 52.360 = 0$ $-3P - 70Q + 8.890 = 0$ $\underline{-3P = 70Q - 8.890}$ $\begin{array}{ccc} -3 & -3 & -3 \end{array}$ <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> $P = -23,33Q + 2.963,33 \text{ (Função Demanda)}$ $21P + 2.200Q + 41.400 - 2.300Q - 18P - 46.200 = 0$ $3P - 100Q - 4.800 = 0$ $\underline{3P = 100Q + 4.800}$ $\begin{array}{ccc} 3 & 5 & 5 \end{array}$ <hr style="width: 50%; margin: 0 auto;"/> $P = 33,33Q + 1.600 \text{ (Função Oferta)}$	D2, D5, D6, D10, D14, D19, A3
Síntese da subunidade	Observa-se que há um ajuste, ou seja, um aprimoramento adequado à produção de um modelo matemático contextualizado, produzido a partir do contexto explorado de um problema.

Quadro 53 – Refinamento e ajuste de modelos

Fonte: do autor

c) Subunidade de análise efetiva: uso de diferentes modelos

Reconhecimento da existência de modelos matemáticos contextualizados de diferentes objetos matemáticos e de diferentes modelos matemáticos contextualizados de um mesmo objeto matemático.

Subunidade: uso de diferentes modelos		
	$P=5t+15 \quad V=-80t+1220$ $G=400t^2+6100t-1200t+18300$	D4, D5, D6, A4
	$CT = 7,50 \cdot x + 25,50$ $RT = 15,00 \cdot x$ $LT = 7,5x - 25,50$	D7, D8, D11, D16, A3
Síntese da subunidade	<p>Nessa subunidade, nota-se que houve a produção de diferentes tipos de modelos matemáticos contextualizados, por exemplo, de função do 1º grau e de função do 2º grau num mesmo problema. Houve, também, a produção de diferentes modelos matemáticos contextualizados de um mesmo objeto matemático (função do 1º grau), como as funções de custo total, receita total e lucro total.</p>	

Quadro 54 – Uso de diferentes modelos
Fonte: do autor

d) Subunidade de análise efetiva: combinação e integração de modelos

Análise da integração de diferentes modelos matemáticos contextualizados, cuja combinação acaba gerando outra estrutura de modelos.

Subunidade: combinação e integração de modelos		
	$G=P \cdot V$ $G=(5t+15) \cdot (-80t+1220)$ $G=400t^2+6100t-1200t+18300$	D4, D5, D6, A4
	$LT = R - C$ $LT = 15 \cdot x - (7,5 \cdot x + 25,50)$ $RT = CT$ $15x = 7,5x + 25,50$	D7, D8, D11, D16, A3
Síntese da subunidade	<p>Essas amostras evidenciam a existência da integração de diferentes modelos matemáticos contextualizados, cuja combinação pode gerar a estrutura de outro objeto matemático. Por exemplo, a articulação funções do 1º grau pode gerar, por igualdade, a estrutura de um sistema de equação linear (amostra D7, D8, D11, D16, A3); por subtração ou adição, outros modelos com a mesma estrutura (amostra D7, D8, D11, D16, A3); por multiplicação ou divisão, modelos com estrutura diferentes (amostra D4, D5, D6, A4).</p>	

Quadro 55 – Combinação e integração de modelos
Fonte: do autor

III) CATEGORIA: Aspectos prévios de interdisciplinaridade complementar

Envolve a análise da existência da interdisciplinaridade complementar, proposta por Heckhausen (HECKHAUSEN, 1972, p. 88 e 89), apresentada no primeiro capítulo do presente trabalho. Nesse tipo de interdisciplinaridade, ocorre uma sobreposição entre as áreas de administração e de matemática, com o suplemento sendo induzido a partir de uma correspondência entre os níveis de integração teórica de áreas.

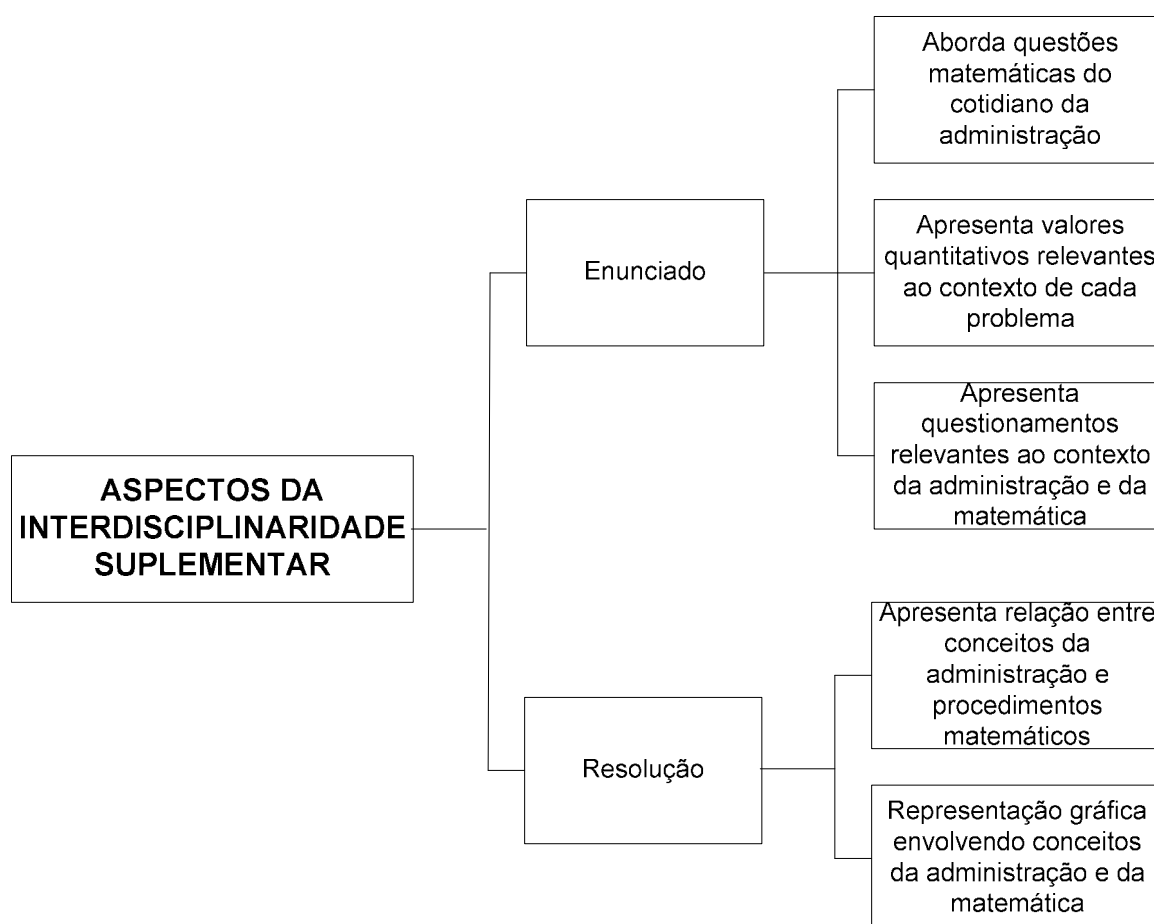


Figura 46 – Aspectos prévios da interdisciplinaridade complementar
Fonte: do autor

i) Unidade de análise efetiva: Enunciado

Implica na análise das informações contidas nos enunciados que suscitam relações interdisciplinares entre áreas do conhecimento. Num trabalho voltado à disciplina de matemática, o enunciado do problema pode envolver questões do cotidiano da administração; apresentar valores quantitativos relevantes

ao contexto do problema dessa área e também questionamentos relevantes a esse contexto.

UNIDADE DE ANÁLISE	SUBUNIDADES DE ANÁLISE EFETIVAS
Enunciado	Aborda questões matemáticas do cotidiano da administração; Apresenta valores quantitativos relevantes ao contexto de cada problema; Apresenta questionamentos relevantes do contexto administração.

Quadro 56 – Enunciado

Fonte: do autor

a) Subunidade de análise efetiva: aborda questões matemáticas do cotidiano da administração

O enunciado dos problemas pode abordar conhecimentos da administração, como custo total, receita total, lucro total, demanda de mercado, oferta de mercado, ponto de equilíbrio de mercado, ponto de nivelamento (break-even point), entre outros.

Subunidade: aborda questões matemáticas do cotidiano da administração	
<p>A Farmácia [REDACTED] situada no Jd. [REDACTED] vende um determinado tipo de medicamento chamado [REDACTED] que é um vitamínico e poliminerais muito procurado principalmente pelas pessoas de idade mais avançada.</p> <p>No ano de 2009 foi calculado uma venda total de 3.500 unidades e que essas vendas vemtendo um aumento de 35% ao ano.</p> <p>A partir dessas informações podemos encontrar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O modelo matemático contextualizado: ▪ Gráfico que representa as vendas em função do tempo: ▪ Se este percentual de vendas permanecer constante, em quantos anos estará vendendo 20.000 unidades: 	<p>D1, D3, D17, A4</p>
<p>A Empresa Transportes [REDACTED], atua no ramo de fretes a quinze anos na cidade de Londrina e região.</p> <p>[REDACTED] tem uma parceria com a Empresa [REDACTED] a dez anos, onde fornece seu serviço exclusivamente.</p> <p>A seguir veremos a quantidade de fretes e valores alcançados pela empresa Transportes [REDACTED].</p> <p>O Sr. [REDACTED] trabalha com seu caminhão fazendo fretes há 15 anos. Ele faz aproximadamente 15 fretes por semana, sendo cada um no valor de R\$ 40,00 somente dentro da cidade, mas devido a uma queda na procura no último mês, resolveu diminuir R\$ 1,00 no valor dos fretes por semana. Com esta medida houve um aumento de 1 frete por semana.</p> <p>A partir destas informações:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) Identifique as variáveis dependentes e independentes. b) Encontre o modelo matemático contextualizado que fornece o ganho com os fretes por semana. c) Faça o esboço gráfico da função que expressa o ganho do Sr. [REDACTED] em função das semanas. d) Determine a semana que o Sr. [REDACTED] obterá o maior ganho. e) Determine o ganho máximo do Sr. [REDACTED]. 	<p>D7, D8, D9, D11, D16, A4</p>
<p>Síntese da subunidade</p>	<p>É possível observar que os enunciados dos problemas abordam questões relacionadas aos conhecimentos da administração, como custo total, receita total, lucro total, demanda e oferta de mercado, ponto de equilíbrio de mercado, ponto de nivelamento, entre outros.</p>

Quadro 57 – Aborda questões matemáticasdo cotidiano da administração

Fonte: do autor

b) Subunidade de análise efetiva: apresenta valores quantitativos relevantes ao contexto do problema

O contexto do problema apresenta uma situação do cotidiano da administração, com implicações quantitativas, possibilitando, assim, a análise lógico-matemática do mesmo.

Subunidade: apresenta valores quantitativos relevantes ao contexto do problema	
Na primeira semana foram produzidas 6 habilitações com preço de R\$620,00 cada. Na segunda semana foram produzidas 8 habilitações com o valor de R\$640,00 cada. Na terceira semana foram produzidas 5 habilitações ao preço de R\$660,00 cada e na última e quarta semana foram produzidas 4 habilitações ao preço de R\$680,00 cada uma.	D4, D12, D13, D15, D18, D20, A3
O Sr. [REDACTED] trabalha com seu caminhão fazendo fretes há 15 anos. Ele faz aproximadamente 15 fretes por semana, sendo cada um no valor de R\$ 40,00 somente dentro da cidade, mas devido a uma queda na procura no último mês, resolveu diminuir R\$ 1,00 no valor dos fretes por semana. Com esta medida houve um aumento de 1 frete por semana.	D7, D8, D9, D11, D16, A4
Síntese da subunidade	Nota-se, nessa subunidade, que os contextos dos problemas apresentam valores quantitativos que viabilizam a análise lógico-matemática dos mesmos.

Quadro 58 – Apresenta valores quantitativos relevantes ao contexto do problema

Fonte: do autor

c) Subunidade de análise efetiva: apresenta questionamentos relevantes ao contexto administração e da matemática

O enunciado dos problemas apresenta questionamentos relevantes relacionados ao cotidiano da administração e ao contexto matemático.

Subunidade: apresenta questionamentos relevantes ao contexto administração e da matemática	
A partir dessas informações: a) <u>Encontre o modelo matemático contextualizado que fornece o ganho da empresa por mês:</u> b) <u>Faça o gráfico que expressa o ganho da empresa em função do mês:</u> c) <u>Determine o maior ganho da empresa em função do mês:</u>	D2, D10, D14, D15, D19, A4
Através destas informações determine: a- O modelo matemático contextualizado e o tipo-essência da desvalorização desse veículo. b- Depois de quanto tempo, aproximadamente, seu preço cairá para cerca da metade do preço de um carro novo do mesmo tipo? c- Qual será o valor de mercado do veículo daqui 5 anos? d- Qual será a porcentagem total do veículo 5anos após sua compra? e- Qual a porcentagem de desvalorização do valor inicial do veículo? f- Se possível o esboço gráfico que representa o valor em função do tempo.	D12, D13, D18, D20, A4
Síntese da subunidade	Observa-se, nessa subunidade, que o(s) enunciado(s) dos problemas apresentam questionamentos relevantes, tanto relacionados ao cotidiano da área de administração, como também à área da matemática.

Quadro 59 – Apresenta questionamentos relevantes ao contexto administração e da matemática

Fonte: do autor

ii) Unidade de análise efetiva: resolução

Corresponde à análise da existência de relações interdisciplinares entre áreas do conhecimento humano, especificamente, a matemática e a administração, como apresentado no quadro 60.

UNIDADE DE ANÁLISE	SUBUNIDADES DE ANÁLISE EFETIVAS
Resolução	Apresenta relação entre conceitos da administração e procedimentos matemáticos; Representação gráfica envolvendo conceitos da administração e matemáticos.

Quadro 60 – Resolução

Fonte: do autor

a) Subunidade de análise efetiva: Apresenta relação entre conceitos da administração e procedimentos matemáticos

Compreende o tratamento matemático atribuído aos valores quantitativos próprios do cotidiano da administração, segundo uma relação interdisciplinar. Nessa relação, são utilizados procedimentos de resoluções matemáticos apropriados ao contexto investigado da administração, operacionalizados por meios de valores extraídos desse contexto.

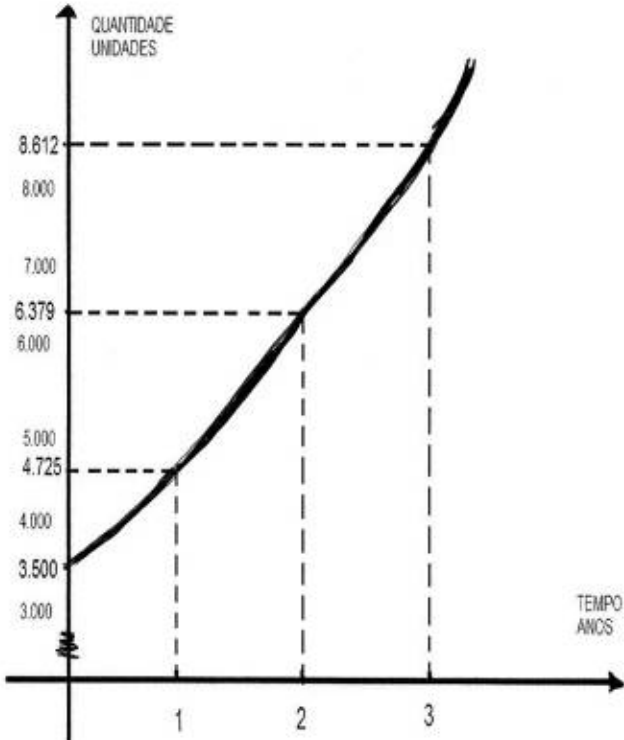
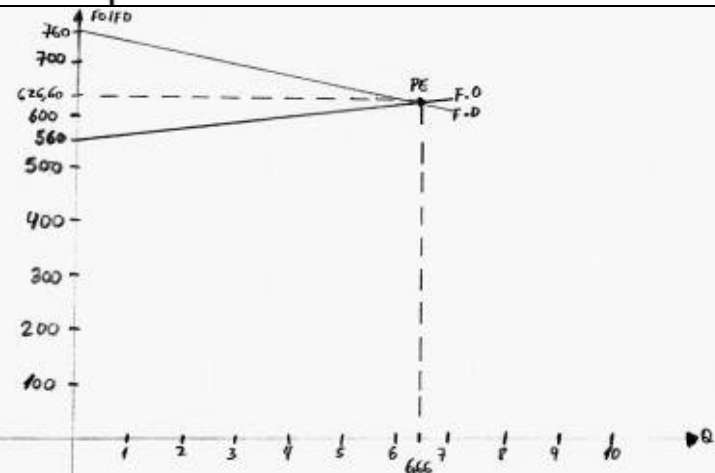
Subunidade: apresenta relação entre conceitos da administração e procedimentos matemáticos	
<p>Ponto de Equilíbrio</p> $P=P$ $10Q+560=-20Q+760$ $10Q=20Q=760-560$ $30Q=200$ $Q= \frac{200}{30}$ $Q=6,66$ $P=10Q+560$ $P=10 \cdot 6,66+560$ $P=66,6+560$ $P=626,60$ <p>(Q ; P)</p> <p>(6,66 ; 626,60)</p>	<p>D4, D12, D13, D15, D18, D20, A3</p>
<p>Depois de quanto tempo, aproximadamente seu preço cairá para cerca da metade do preço de um carro novo do mesmo tipo?</p> $x = x_0 \cdot 0,94^{\frac{t}{2}}$ $T = \frac{\log 0,5}{\log 0,94}$ $t = 11,20 \text{ anos}$	<p>D12, D13, D18, D20, A4</p>
<p>Síntese da subunidade</p>	<p>Observa-se, nessa subunidade, que é realizada uma análise matemática, por meio de procedimentos de resoluções apropriados aos dados do contexto da área de administração, estabelecendo, assim, uma relação interdisciplinar entre ambas as áreas.</p>

Quadro 61 – Apresenta relação entre conceitos da administração e procedimentos matemáticos

Fonte: do autor

b) Subunidade de análise efetiva: representação gráfica envolvendo conceitos da administração e matemáticos

Compreende a análise representacional cartesiana de conceitos da administração.

Subunidade: representação gráfica envolvendo conceitos da administração e matemáticos	
	<p>D1, D3, D17, A4</p>
	<p>D4, D12, D13, D15, D18, D20, A3</p>
<p>Síntese da subunidade</p>	<p>Nessa subunidade, nota-se que conceitos administrativos são analisados segundo a representacional gráfica cartesiana. Por exemplo, quantidade de unidades em função do tempo. Nesses exemplos as curvas traçadas foram contínuas, embora o segundo deles envolva quantificação.</p>

Quadro 62 – Representação gráfica envolvendo conceitos da administração e matemáticos
Fonte: do autor

IV) CATEGORIA: Contextura complexa prévia na enunciação de problemas

Engloba a contextura complexa que permeia o mundo físico, do qual situações são tomadas para estudo. São analisadas informações oriundas das pesquisas de campo, transcritas nos enunciados dos problemas criados pelos alunos, como apresentadas na figura 47.

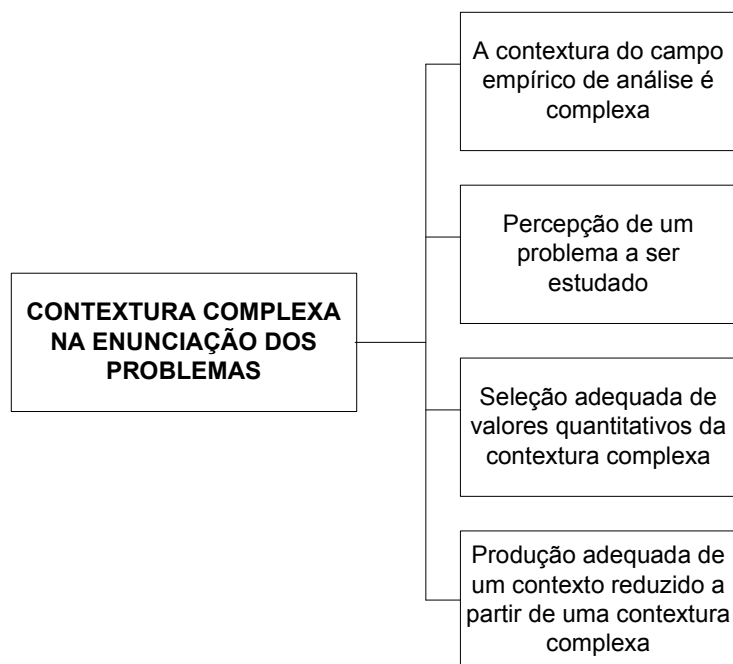


Figura 47 – Contextura complexa prévia na enunciação de problemas
Fonte: do autor

i) Unidade de análise efetiva: a contextura do campo empírico de análise é complexa

Envolve a produção do enunciado de problemas, cujo contexto apresenta-se na forma reduzida, criado a partir dos dados extraídos da pesquisa de campo da contextura complexa do mundo físico.

Unidade: a contextura do campo empírico de análise é complexa	
O conteúdo a seguir se trata de uma pesquisa de campo realizada no dia 28/06/10, na instituição descrita como Farmácia [REDACTED] que fica situada na rua [REDACTED].	D1, D3, D17, A4
<p>Para a realização deste trabalho, foi necessário a visita à empresa [REDACTED] [REDACTED], situada na Rua [REDACTED], [REDACTED] – [REDACTED] / PR.</p> <p>A empresa atua na área de turismo, com venda de pacotes nacionais e internacionais. Para a realização da pesquisa, selecionamos junto à empresa o seguinte pacote:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Passagem aérea Londrina / Maceió / Londrina. • 07 noites de hospedagem no Hotel Ritz Lagoa da Anta Urban Resort com café da manhã. • Traslado Aeroporto / Hotel / Aeroporto + city tour. <p>Foram analisados dados referentes aos meses de dezembro/2009 à março/2010.</p>	D2, D5, D6, D10, D14, D19, A3
Síntese da unidade	Os problemas produzidos pelos alunos foram extraídos de situações presentes na contextura complexa do mundo físico.

Quadro 63 – A contextura do campo empírico de análise é complexa

Fonte: do autor

ii) Unidade de análise efetiva: percepção de um problema a ser estudado

Abrange o reconhecimento, por parte dos alunos, de um contexto a ser analisado em uma contextura complexa do mundo físico.


Unidade: percepção de um problema a ser estudado	
O mês foi dividido em quatro semanas, com valores e quantidades variadas. Através de cálculos e dados chegaremos a resultados e quantidades certas de melhores valores para a Auto-Escola.	D4, D12, D13, D15, D18, D20, A3
A empresa [REDACTED] trabalha com a revenda de veículos autorizada, entre eles o automóvel Gol GV novo e também com 1 ano de uso	D12, D13, D18, D20, A4
Síntese da unidade	Nota-se, nessa subunidade, que os alunos perceberam um contexto a ser analisado em uma contextura complexa do mundo físico.

Quadro 64 – Percepção de um problema a ser estudado

Fonte: do autor

iii) Unidade de análise efetiva: Seleção adequada de valores quantitativos da contextura complexa

Abarca a seleção e coleta adequadas de valores quantitativos referentes à situação a ser analisada pelos alunos, na contextura complexa do mundo físico.

Unidade: seleção adequada de valores da contextura complexa	
<p>Complexo vitamínico e poliminerais  QUE ABRANSE UMA CLASSE DE PESSOAS DE MAIS IDADE TEVE UM AUMENTO DE 35% NO ANO 2009 PARA 2010. ANO 2009 - 3.500 UNIDADES.</p>	<p>D1, D3, D17, A4</p>
<p>Mês de Março de 2010 Habilitações A= Moto e B= Carro 1ª Semana: 6 habilitações = R\$ 620,00 cada 2ª Semana: 8 habilitações = R\$ 640,00 cada 3ª Semana: 5 habilitações = R\$ 660,00 cada 4ª Semana: 4 habilitações = R\$ 680,00 cada Obs: Os valores referentes são as habilitações de carro e moto, que possuem o mesmo preço respectivamente.</p>	<p>D4, D12, D13, D15, D18, D20, A3</p>
<p>Síntese da unidade</p>	<p>Os alunos selecionaram e coletaram adequadamente valores quantitativos na contextura complexa do mundo físico, relativos ao campo da administração, sujeitos à análise.</p>

Quadro 65 – Seleção adequada de valores da contextura complexa

Fonte: do autor

iv) Unidade de análise efetiva: produção adequada de um contexto reduzido a partir de uma contextura complexa

Compreende a produção de um problema, cujo contexto apresenta-se na forma reduzida, criado a partir da percepção de uma situação a ser analisada na contextura complexa do mundo físico. Esse problema deve explicar a circunstância que permeia a situação da contextura complexa e apresentar os valores quantitativos apropriados à mesma.

Unidade: produção adequada de um contexto reduzido a partir de uma contextura complexa	
<p>A Farmácia [REDACTED] situada no Jd. [REDACTED] vende um determinado tipo de medicamento chamado [REDACTED] que é um vitamínico e poliminerais muito procurado principalmente pelas pessoas de idade mais avançada.</p> <p>No ano de 2009 foi calculado uma venda total de 3.500 unidades e que essas vendas vemtendo um aumento de 35% ao ano.</p> <p>A partir dessas informações podemos encontrar:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ O modelo matemático contextualizado: ▪ Gráfico que representa as vendas em função do tempo: ▪ Se este percentual de vendas permanecer constante, em quantos anos estará vendendo 20.000 unidades: 	<p>D1, D3, D17, A4</p>
<p>[REDACTED] é dona da Auto Escola [REDACTED], centro de formação de condutores. A mesma produz carteiras A (moto), B (carro) e AB (carro e moto). Os dados informados abaixo são somente de carteiras A e B referentes ao mês de março de 2010.</p> <p>Carteiras de carro e moto possuem o mesmo valor.</p> <p>Na primeira semana foram produzidas 6 habilitações com preço de R\$620,00 cada. Na segunda semana foram produzidas 8 habilitações com o valor de R\$640,00 cada. Na terceira semana foram produzidas 5 habilitações ao preço de R\$660,00 cada e na última e quarta semana foram produzidas 4 habilitações ao preço de R\$680,00 cada uma.</p> <p>[REDACTED] percebeu que este último reajuste foi elevado demais, porem ela nota que os preços atribuídos as carteiras, ainda não representam o valor ideal para o contexto sócio econômico da região em que a Auto Escola esta situada. Seria possível então, auxiliar Silvana a encontrar o melhor preço para habilitações? E a quantidade média? E mais seria possível visualizar graficamente o ponto de equilíbrio desse produto obtido por meio do valor de preço e da quantidade calculadas anteriormente?</p>	<p>D4, D12, D13, D15, D18, D20, A3</p>
<p>Síntese da unidade</p>	<p>Segundo os enunciados dos problemas dessa subunidade, é possível notar que os alunos produziram contextos apropriados em seus trabalhos. Esses problemas apresentam não somente a conjuntura da contextura complexa do mundo físico que está sendo explorada, como também valores quantitativos relevantes ao estudo dos mesmos, além de trazer questionamentos pertinentes às áreas da administração e da matemática.</p>

Quadro 66 – Produção adequada de um contexto reduzido a partir de uma contextura complexa
Fonte: do autor

6.2.2 Síntese das Atividades dos Alunos

As quatro categorias presentes na análise da produção dos alunos, apresentadas na figura 43 (p. 264), foram pré-estabelecidas antes da realização da análise textual. Elas sintetizam os objetivos delineados neste projeto ao contribuir com a análise desta proposta pedagógica produzida para trabalhar o conhecimento introdutório de matemática em cursos de administração, levando em consideração aspectos interdisciplinares de ambas as áreas: a interação entre os estudos teóricos (realizados numa contextura de redução) e a contextura complexa da realidade física; e, o desenvolvimento do conhecimento matemático pelo viés da matematização com a abordagem de modelos matemáticos.

Por meio dessas categorias são analisados aspectos referentes aos procedimentos empregados pelos discentes nas resoluções dos problemas e dos exercícios presentes nas atividades; aspectos epistemológicos relativos ao conhecimento matemático, presente na matematização horizontal e vertical, desenvolvido pelos alunos; as interações interdisciplinares realizadas pelos discentes em suas produções; e, a presença da contextura complexa na enunciação dos problemas produzidos pelos alunos, durante a aplicação da proposta pedagógica. Assim, a proposta pedagógica foi desenvolvida segundo esses fundamentos predeterminados, os quais, por conseguinte, acabaram evidenciando-se na análise textual discursiva, realizada na amostra de atividades selecionadas para estudo.

Na análise das resoluções dos problemas ou dos exercícios presentes na primeira categoria – aspectos procedimentais das resoluções – foi possível notar, em atividades individuais e grupais que compõe o *corpus*, que os alunos utilizaram vários procedimentos, fundamentados em procedimentos elementares e aprimorados que, em determinados momentos, articularam entre si. A primeira unidade dessa categoria envolve seis possíveis resoluções para os problemas ou atividades propostos. Com o objetivo de tornar mais evidente a compreensão das subunidades dessa unidade, o primeiro exemplo da amostra da maioria delas envolve a mesma questão – a alternativa “a” do primeiro problema da primeira atividade. Cinco tipos diferentes de resoluções apareceram no corpus

empírico, não surgindo somente a resolução parcialmente satisfatória utilizando outros procedimentos. Nesse caso, foi apresentado outro exemplar.

A primeira subunidade envolve a resolução correta dos problemas, de acordo com o procedimento padrão esperado para seu nível de desenvolvimento cognitivo, que é o nível médio do ensino básico. Essa subunidade também possibilitou analisar que os alunos efetuaram adequadamente a representação gráfica dos resultados alcançados no processo de resolução algorítmica em planos cartesianos. Esse procedimento de resolução foi observado trinta e uma vezes na análise das atividades estudadas, permeando todo *corpus* empírico.

Ainda tratando de procedimentos corretos de resolução, observou-se que os alunos desenvolveram outros processos alternativos, quando comparados ao padrão. Essas resoluções alternativas demandam um processo de solução mais longo que o sistematizado no procedimento padrão. A frequência com que essas resoluções apareceram no *corpus* empírico é de sete vezes, todas presentes na primeira atividade (avaliação diagnóstica).

Algumas resoluções foram desenvolvidas pelos discentes de forma parcialmente correta, tanto por meio de procedimentos padrão como por processos alternativos. No primeiro desses procedimentos, presente na análise em vinte momentos diferentes, notou-se que no processo de resolução de um problema ou de um exercício havia alguns procedimentos resolvidos de forma correta e outros não, daí o fato de serem considerados parcialmente corretos. Já no segundo caso, presente em dez momentos, somente nas duas primeiras atividades (avaliação diagnóstica e problema buffet reality), foi possível perceber que, na tentativa de resolver a questão, os alunos buscaram procedimentos alternativos realizados de forma correta. Uma questão relevante foi perceber a presença adequada de procedimentos necessários para a resolução da questão, embora estivessem operacionalizados, de forma correta, incorreta, ou ainda, de modo incompleto.

Houve, também, resoluções consideradas inaceitáveis por estarem completamente incorretas. Elas apareceram dezoito vezes no *corpus* empírico, sendo detectadas somente na primeira atividade (avaliação diagnóstica).

O último procedimento envolve a não resolução da questão. Em todo o *corpus* empírico, os discentes deixaram de resolver um problema ou um exercício proposto somente na primeira atividade, por vinte e oito vezes. Nas demais atividades esse procedimento não apareceu.

Com relação aos procedimentos matemáticos algébricos utilizados pelos discentes, nesta pesquisa, eles foram distinguidos em dois tipos, os elementares e os aprimorados. Os elementares foram utilizados em todas as atividades analisadas, tanto empregados de forma independente como articulados a outros procedimentos ou, ainda, permeando a operacionalização de outros, sendo detectados em cento e oitenta e seis momentos diferentes no *corpus* empírico. É relevante salientar que nem todos os procedimentos analisados foram resolvidos corretamente.

Já os procedimentos aprimorados, empregados pelos alunos em muitas atividades, assim como os elementares também foram usados de forma independente (por exemplo, equação exponencial), articulados com outros (por exemplo, equação do 1º grau e sistemas de equações lineares), ou, ainda, permeando a resolução de outros (por exemplo, uso do princípio aditivo na resolução de uma equação do 2º grau). Nem todos os procedimentos analisados nessa subunidade foram operacionalizados corretamente e, em alguns casos, apresentaram um desenvolvimento incompleto, contudo foram registrados em cento e trinta e três momentos diferentes no *corpus* empírico.

Entre os procedimentos de resolução das questões, a representação gráfica também foi analisada. Detectou-se esse uso oito vezes somente nas duas últimas atividades do *corpus* (trabalhos finais do 1º e 2º bimestres), já que as duas primeiras não demandavam sua presença. Em seis desses momentos, a representação foi utilizada corretamente, porém, em duas situações houve a utilização correta dos eixos da abscissa e da ordenada com relação às variáveis dependentes e independentes e a construção correta de curvas apropriadas ao problema estudado, contudo ocorreu o uso incorreto da escala no eixo das ordenadas.

De modo sintético, a descrição quantitativa dessa categoria é apresentada no quadro 67.

Unidade	Subunidade	Frequência absoluta da subunidade
Resolução	Resolução satisfatória utilizando procedimento padrão	31
	Resolução satisfatória utilizando outros procedimentos	7
	Resolução parcialmente satisfatória utilizando procedimento padrão	20
	Resolução parcialmente satisfatória utilizando outros procedimentos	10
	Resoluções inaceitáveis	18
	Questões não resolvidas	28
Procedimentos matemáticos algébricos utilizados em todas as questões	Procedimentos elementares	186
	Procedimentos aprimorados	133
Procedimentos matemáticos gráficos	Utilização adequada de representação gráfica	6
	Utilização inadequada de representação gráfica	2

Quadro 67 – Categoria Aspectos Procedimentais das Resoluções

Fonte: do autor

Na segunda categoria, aspectos epistemológicos, que compreende as unidades: matematização horizontal e matematização vertical, diversas subunidades foram observadas, em atividades individuais e grupais que compõe o *corpus*. A primeira delas implica na identificação do procedimento matemático específico de resolução da questão em um contexto geral. Em setenta momentos diferentes do *corpus* empírico, os alunos conseguiram identificar procedimentos elementares e aprimorados adequados à solução da questão proposta, embora nem todas as resoluções estivessem realizadas de modo satisfatório.

A segunda atividade da matematização horizontal envolve a realização de um mesmo problema, ou exercício, por diferentes modos. Essa atividade de matematização foi observada em duas situações, ambas na segunda atividade analisada que envolve o problema do buffet reality.

O estabelecimento de relações constitui outra atividade da matematização horizontal. No *corpus* empírico estudado, foram analisadas, especificamente, as relações entre variáveis de natureza distinta relacionadas aos dados do contexto do problema (por exemplo, tempo e quantidade) e entre os procedimentos empregados na resolução do problema (por exemplo, determinantes,

equações do 1º grau e sistemas de equações lineares). Essa atividade permeou todo o *corpus*, sendo observada quarenta e oito vezes.

Já a descoberta de regularidades foi uma atividade encontrada dezesseis vezes no *corpus*, realizada de modo correto pelos alunos, por meio da reflexão e da interpretação do enunciado das questões propostas.

A subunidade que analisa o reconhecimento de aspectos isomorfos em problemas diferentes busca identificar a existência do mesmo procedimento matemático elementar ou aprimorado permeando diferentes atividades desenvolvidas pelos alunos. Por exemplo, observa-se que o determinante foi empregado na resolução de problemas de grupos diferentes, ou então que a representação gráfica de curvas ocorre num mesmo tipo de plano (cartesiano) e em diferentes atividades. Essa subunidade está presente em nove momentos do *corpus* empírico.

Nota-se que os alunos foram capazes de expressar uma situação do mundo físico complexo em um contexto reduzido de um problema matemático. Essa atividade esteve presente nove vezes nas terceira e quarta atividades do *corpus* analisado.

A última atividade da matematização horizontal implica em observar se os discentes foram capazes de realizar a transferência de um problema do mundo físico para um modelo de conhecimento matemático. Em dez questões diferentes essa atividade foi analisada. A partir da reflexão e interpretação adequadas do enunciado dos contextos dos problemas, foi possível notar que os alunos conseguiram identificar o modelo matemático contextualizado que representa a estrutura de um problema oriundo de um fenômeno extraído da realidade complexa do mundo físico.

A subunidade – uso de esquemas –, da unidade matematização horizontal, não emergiu nos dados do *corpus* empírico analisado. Isso representa que os alunos não fizeram uso de algum tipo de esquema ou figura para auxiliar a compreensão da resolução dos problemas.

Na unidade de análise – matematização vertical –, a primeira atividade implicava em perceber a representação de uma relação em uma fórmula. Em dez contextos diferentes, foi possível notar a criação e a representação adequadas de relações e regularidades entre variáveis atinentes a um contexto específico, em um modelo matemático contextualizado.

Com relação à segunda atividade, observou-se que os discentes realizaram ajustes e aprimoramentos adequados à produção de modelos matemáticos contextualizados, produzidos a partir da exploração do contexto de dez problemas diferentes.

Foi possível perceber que os discentes, em sete situações diferentes, conseguiram produzir variados tipos de modelos matemáticos contextualizados, por exemplo, de função do 1º grau e de função do 2º grau num mesmo problema, e, também, de diferentes modelos matemáticos contextualizados de um mesmo objeto matemático, como as funções de custo total, receita total e lucro total, representadas por funções do 1º grau. Esse procedimento surgiu somente nas duas últimas atividades analisadas no *corpus* empírico.

Na análise, foi possível evidenciar a existência da integração de diferentes modelos matemáticos contextualizados, cuja combinação pode gerar a estrutura de outro objeto matemático em sete situações apresentadas pelos discentes. Especificamente na amostra apresentada no item 6.2.1, nota-se, por exemplo, a articulação funções do 1º grau pode gerar, por igualdade, a estrutura de um sistema de equação linear (amostra D7, D8, D11, D16, A3); por subtração ou adição, gerar outros modelos com a mesma estrutura (amostra D7, D8, D11, D16, A3); por multiplicação ou divisão, gerar modelos com estruturas diferentes (amostra D4, D5, D6, A4). Assim como a atividade anteriormente analisada, esta também foi detectada somente nas duas últimas atividades do *corpus*.

É relevante informar que em todo *corpus* empírico não foi observada a presença de três subunidades, a saber: prova de regularidade, na qual ocorre o reconhecimento e a prova da existência de regularidades presentes no contexto do problema explorado; formulação de um novo conceito matemático, no qual se dá o reconhecimento e produção de um novo conhecimento matemático por parte dos alunos, a partir do conhecimento teórico trabalhado; e, generalização, a partir da qual ocorre a produção do modelo matemático tipo-essência.

A descrição quantitativa dessa segunda categoria é apresentada, sinteticamente, no quadro 68.

Unidade	Subunidade	Frequência absoluta da subunidade
Matematização horizontal	Identificação da matemática específica em um contexto geral	70
	Formulação e visualização de um problema por diferentes modos	2
	Uso de esquemas	0
	Descoberta de relações	48
	Descoberta de regularidades	16
	Reconhecimento de aspectos isomorfos em problemas diferentes	9
	Transferência de um problema do mundo real para um problema matemático	9
	Transferência de um problema do mundo real para um modelo de conhecimento matemático	10
Matematização vertical	Representação de uma relação em uma fórmula (modelo matemático contextualizado)	10
	Prova de regularidades	0
	Refinamento e ajuste de modelos	10
	Uso de diferentes modelos	7
	Combinação e integração de modelos	7
	Formulação de um novo conceito matemático	0
	Generalização	0

Quadro 68 – Categoria Aspectos Epistemológicos

Fonte: do autor

No domínio da terceira categoria, foram analisados os aspectos da interdisciplinaridade suplementar presentes nas duas últimas atividades do *corpus*, tendo em vista que elas foram planejadas e implementadas pelos alunos, desconsiderando, assim, os problemas produzidos pela professora, presentes nas demais atividades da proposta. Foi possível observar que os enunciados dos problemas, em nove situações diferentes apresentadas nos trabalhos grupais, abordam questões matemáticas relacionadas aos conhecimentos da administração, como custo total, receita total, lucro total, demanda e oferta de mercado, ponto de equilíbrio de mercado, ponto de nivelamento, entre outros. Nessas mesmas situações, notou-se que os contextos dos problemas não só apresentam valores quantitativos que viabilizam a análise lógico-matemática dos mesmos, como também trazem questionamentos relevantes, tanto relacionados ao cotidiano da área de administração quanto da área da matemática.

Sobre a resolução desses problemas, foi observada a presença de análises matemáticas, por meio de procedimentos matemáticos algébricos

apropriados, em contextos da área da administração, estabelecendo, assim, uma relação interdisciplinar suplementar entre ambas as áreas. Essa subcategoria foi detectada em trinta e quatro momentos diferentes, em atividades individuais e grupais que compõe o *corpus*.

A representação gráfica cartesiana dos conceitos administrativos, analisados matematicamente pelos alunos, foi observada em oito situações apresentadas por eles, em seus problemas propostos nas duas últimas atividades grupais do *corpus* empírico. Exemplificando tais representações, é possível apresentar a quantidade de unidades em função do tempo e função oferta e demanda, em função da quantidade de produtos.

Assim, ação interdisciplinar suplementar entre as áreas de administração e de matemática é observada a partir de uma correspondência entre os níveis de integração teórica entre essas áreas, articulando valores quantitativos oriundos de contextos do cotidiano da administração e as estruturas dos objetos matemáticos.

A descrição quantitativa dessa terceira categoria é apresentada no quadro 69.

Unidade	Subunidade	Frequência absoluta da subunidade
Enunciado	Aborda questões matemáticas do cotidiano da administração	9
	Apresenta valores quantitativos relevantes ao contexto de cada problema	9
	Apresenta questionamentos relevantes ao contexto da administração e da matemática	9
Resolução	Apresenta relação entre conceitos da administração e procedimentos matemáticos	34
	Representação gráfica envolvendo conceitos da administração e da matemática	8

Quadro 69 – Categoria Aspectos de Interdisciplinaridade Suplementar

Fonte: do autor

No tocante à última categoria referente à contextura complexa envolvida na enunciação dos problemas, foi observado, em nove situações presentes nas duas últimas atividades grupais do *corpus* empírico (trabalho final da função do 1º grau e função da 2º grau ou função exponencial), que os problemas produzidos pelos alunos foram extraídos, de fato, de situações presentes na

contextura complexa do campo empírico e que os alunos selecionaram e coletaram adequadamente valores quantitativos nessa contextura relativa a área da administração. De posse desses dados, os alunos produziram contextos apropriados em seus trabalhos, apresentando não somente a conjuntura da contextura complexa do campo empírico, como também valores quantitativos relevantes ao estudo da mesma, além de trazer questionamentos adequados às áreas da administração e da matemática.

A descrição quantitativa dessa quarta categoria é apresentada, sinteticamente, no quadro 70.

Unidade	Frequência absoluta da unidade
A contextura do campo empírico de análise é complexa	9
Percepção de um problema a ser estudado	9
Seleção adequada de valores quantitativos da contextura complexa	9
Produção adequada de um contexto reduzido a partir de uma contextura complexa	9

Quadro 70 – Categoria Contextura Complexa na Enunciação de Problemas

Fonte: do autor

Mediante o estudo dos dados presentes no *corpus* empírico e analisados sob a luz da análise textual discursiva, é possível concluir que os alunos utilizaram diversos procedimentos matemáticos algébricos na resolução tanto dos problemas quanto dos exercícios a eles propostos. Não foram percebidos problemas com relação à linguagem escrita, como apontou a análise textual dos professores, o que viabilizou a interpretação das questões mediante a busca pela solução das mesmas, por parte dos discentes.

Entre os procedimentos matemáticos algébricos, os corretos ou parcialmente corretos, resolvidos por outros processos que diferem do padrão esperado para o nível acadêmico dos alunos – nível médio do ensino básico –, nota-se que eles foram detectados nas duas primeiras atividades do *corpus* empírico (avaliação diagnóstica e problema buffet reality), as quais foram desenvolvidas pelos alunos sem a intervenção do professor e, conseqüentemente, sem o contato recente com o conhecimento teórico sistematizado que viabiliza o acesso ao procedimento padrão.

Somente na primeira atividade do *corpus* foram identificados os procedimentos de resolução considerados, neste trabalho, como os mais preocupantes. Eles estão relacionados às resoluções inaceitáveis e às questões não resolvidas, comumente conhecidas como “questões em branco”. A primeira delas, com uma incidência de dezoito vezes, apresenta o uso de procedimentos completamente errados na resolução da questão, daí conclui-se que os discentes não conseguiram estabelecer qualquer vínculo entre a interpretação do problema, ou do exercício, e uma operacionalização matemática adequada à sua solução. O mesmo pode ser concluído em relação às questões não resolvidas (incidência de vinte e oito vezes), com a diferença de que, no caso anterior, os discentes pelo menos arriscaram alguma operacionalização, e isso caracteriza uma iniciativa ativa por parte deles, nesse procedimento os alunos sequer tentaram algum tipo de resolução, demonstrando total apatia à atividade proposta. Os fatores que levaram os alunos a apresentar esse tipo de comportamento em relação à atividade podem ser diversos, contudo, eles não foram investigados nesta pesquisa, já que seu estudo implica no desvio dos objetivos almejados na presente tese.

Embora o foco desta pesquisa não seja o de investigar os motivos pelos quais os procedimentos de resoluções inaceitáveis e questões não resolvidas acontecem, uma das metas delineada constitui a amenização desse quadro. E isso de fato ocorreu.

A resolução padrão parcialmente correta foi encontrada em vinte diferentes momentos, na primeira e na quarta atividades (avaliação diagnóstica e trabalho final do 2º bimestre), e a resolução padrão correta de todo procedimento matemático de uma questão foi detectada trinta e uma vezes, na primeira, terceira e quarta atividades (avaliação diagnóstica, trabalho final do 1º bimestre e trabalho final do 2º bimestre).

O fato de existirem procedimentos padrões corretos, ou parcialmente corretos, na primeira atividade do *corpus* empírico, conduz à reflexão de que os alunos se apropriaram de alguns procedimentos sistematizados no ensino básico, contudo não suficientes para prepará-lo para a continuidade de suas atividades acadêmicas, haja vista a quantidade de procedimentos alternativos ao padrão que foram encontrados e a alta incidência de questões inaceitáveis ou não resolvidas. Daí a necessidade de retomadas constantes dos procedimentos elementares e aprimorados no decorrer do trabalho pedagógico, juntamente com um

desenvolvimento epistemológico gradativo do conhecimento a ser trabalhado com os discentes.

Com relação à unidade referente aos procedimentos matemáticos utilizados nas resoluções dos problemas ou dos exercícios, nesta pesquisa eles foram analisados como pertencentes a duas subunidades, os elementares e os aprimorados. A preocupação com essa unidade foi a de analisar a presença desses procedimentos na resolução, independentemente deles estarem operacionalizados de forma correta ou não.

Os procedimentos elementares, que compreendem as operações de adição, subtração, multiplicação e divisão, foram detectados em quase todas as atividades analisadas no *corpus* empírico, tanto que foi a subunidade que apresentou a maior frequência, tendo sido empregada em cento e oitenta e seis momentos, de forma independente de outros procedimentos, por exemplo, em situações que exigiam a divisão ou a multiplicação de valores; ou articulados com outros, na obtenção da soma total de determinados valores; ou ainda, permeando a operacionalização de outros procedimentos, ao resolver uma equação do 1º grau, o princípio aditivo implica no uso de adição ou de subtração.

Os procedimentos aprimorados também foram empregados pelos alunos em muitas atividades, permeando todas as analisadas. Eles constituíram a segunda maior frequência de ocorrência algorítmica do *corpus* empírico, sendo encontrados em cento e trinta e três momentos diferentes. Esses procedimentos, assim como os elementares, foram usados tanto de forma independente (por exemplo, porcentagem), como articulados a outros (por exemplo, determinante e sistemas de equações lineares), ou ainda, permeando a resolução de outros (por exemplo, uso do princípio multiplicativo na resolução de uma equação do 2º grau). Nem todos os procedimentos analisados nessa subunidade foram realizados corretamente e, em alguns casos, apresentaram um desenvolvimento incompleto.

Analisando os dados referentes às atividades presentes no *corpus* empírico, foi possível notar que os alunos passaram, gradativamente, a utilizar de modo mais adequado e correto tanto os procedimentos matemáticos algébricos elementares quanto aprimorados, não apresentando mais resoluções incompletas, nem as questões não resolvidas.

A representação gráfica cartesiana foi utilizada neste trabalho como uma forma de representação complementar à algébrica. Foi possível notar que sua

utilização foi bem aceita pelos alunos, já que ela foi realizada corretamente em seis das oito vezes em que foi analisada nas duas últimas atividades do *corpus* (as duas primeiras atividades não demandavam sua existência). Em dois procedimentos matemáticos algébricos houve a utilização correta dos eixos da abscissa e da ordenada com relação às variáveis dependentes e independentes e a construção correta de curvas apropriadas ao problema estudado, contudo ocorreu o uso incorreto da escala no eixo das ordenadas. O uso de escalas deve ser revisto na proposta pedagógica, de modo que esse problema seja sanado em outras aplicações. É relevante lembrar que essas atividades foram desenvolvidas estritamente pelos alunos, sem o auxílio do professor.

Analisando os aspectos epistemológicos observados no *corpus* empírico, foi possível refletir a respeito da matematização desenvolvida pelos alunos no decorrer da aplicação da proposta pedagógica. Iniciando pelas atividades da matematização horizontal, a identificação do procedimento matemático específico de resolução da questão em um contexto geral foi a primeira analisada. Em setenta momentos diferentes do *corpus* estudado os alunos conseguiram identificar procedimentos adequados à solução da questão proposta, mesmo que nem todas as resoluções estivessem realizadas de modo satisfatório.

Em duas situações observadas no *corpus* foi possível analisar a presença da segunda atividade da matematização horizontal, que envolve a realização de um mesmo problema ou exercício por diferentes modos. Essa atividade foi encontrada na resolução do problema buffet reality, o qual foi realizado em equipe. Assim, é possível concluir que os integrantes dos grupos tenham utilizado procedimentos diferentes ao operacionalizá-los. Esse fato evidencia a riqueza da realização de trabalhos grupais, nos quais diferentes pensamentos e conhecimentos convergem para um mesmo fim. Essa estratégia grupal de resolução de problemas concorre positivamente para a atividade profissional futura dos discentes, principalmente com relação ao convívio social e à negociação de ideias.

Outra atividade analisada foi o estabelecimento de relações tanto entre variáveis de natureza distinta, relacionadas aos dados do contexto do problema (por exemplo, tempo e quantidade), quanto entre os procedimentos empregados no processo de resolução do problema (por exemplo, determinantes, equações do 1º grau e sistemas de equações lineares). O desenvolvimento dessa atividade tem uma implicação direta na percepção de regularidades existentes entre

os dados presentes no contexto dos problemas explorados. Essas atividades são fundamentais para que os discentes desenvolvam autonomia cognitiva para a produção de modelos matemáticos, existentes na matematização vertical.

Ainda na matematização horizontal, foi analisada a presença de um mesmo procedimento matemático em diversas atividades realizadas. Por exemplo, os sistemas de equações lineares foram utilizados tanto para calcular um ponto de equilíbrio de mercado quanto o ponto de nivelamento entre os custos e a receita de determinado produto. Essa atividade caracteriza o reconhecimento de aspectos isomorfos identificados pelo uso do mesmo procedimento de resolução em diferentes problemas, a partir dos quais é possível considerar um maior entendimento e fixação dos mesmos no desenvolvimento da matematização realizados pelos discentes em diversos contextos.

Após a realização de diversos problemas (cujos contextos demandavam uma análise interdisciplinar entre o campo da administração e o da matemática), e de reflexões a respeito dos conceitos estudados, foi possível notar que os discentes foram capazes de extrapolar os muros acadêmicos, efetuando a tradução de situações do mundo físico complexo para contextos reduzidos de problemas que sintetizavam um fenômeno do cotidiano da administração e possíveis de serem analisados matematicamente. Todos os trabalhos, da amostra, analisados, tanto no primeiro quanto no segundo bimestre, continham essa atividade desenvolvida corretamente.

Os discentes não somente conseguiram perceber um fenômeno da realidade complexa para estudar, como também foram capazes de obter os modelos matemáticos que representavam a estrutura desse fenômeno em suas investigações. Na fase da teorização, os estudos conduziram os discentes a produzir os modelos matemáticos contextualizados e os modelos matemáticos tipo-essência dos objetos matemáticos referentes à função do 1º grau, função do 2º grau e função exponencial. Nessa fase, foi relevante que eles produzissem esse segundo tipo de modelo matemático, contudo, na fase seguinte da atuação investigativa, os discentes acabaram construindo os modelos matemáticos contextualizados ou recontextualizando os modelos matemáticos tipo-essência do objeto matemático presente no fenômeno estudado.

Foi interessante observar que os alunos não fizeram uso de esquemas para auxiliar a resolução dos problemas. Então, é possível concluir que

os alunos após lerem e coletarem os dados dos contextos dos problemas acabam realizando uma aplicação direta destes em um procedimento matemático, sem antes recorrer à produção de qualquer tipo de esquema ou esboço.

A construção dos modelos matemáticos contextualizados foi analisada na primeira atividade da unidade de análise da matematização vertical, na qual foi percebida a representação de uma relação em uma fórmula. Neste projeto, especificamente, o termo *fórmula* foi interpretado como modelo matemático. Os modelos apresentam um compromisso epistemológico de atuarem como mediadores entre os dados inerentes aos fenômenos de diversos contextos e os entes matemáticos que ofertam uma análise e uma organização lógico-abstrata dos mesmos.

Na análise do corpus empírico, foi possível notar que o trabalho com os modelos matemáticos contextualizados conduziu os discentes, naturalmente, a realizarem a segunda atividade da matematização vertical, que corresponde aos ajustes e aprimoramentos necessários à produção dos mesmos. Foram produzidos diferentes tipos de modelos matemáticos contextualizados, por exemplo, representando diferentes objetos matemáticos, como de função do 2º grau ou função exponencial, assim como tipos diferentes de modelos matemáticos contextualizados de um mesmo objeto matemático, como as funções de custo total, receita total e lucro total, que constituem diferentes representações do objeto matemático conhecido por funções do 1º grau.

Ainda tratando dos modelos matemáticos, outra atividade, observada na análise e pertencente à matematização vertical, refere-se à combinação e integração de modelos. Os dados demonstram que os alunos foram capazes de perceber que os modelos que representam certos conhecimentos matemáticos, como a função do 1º grau e a função exponencial, são obtidos a partir do estabelecimento de relações entre variáveis e da percepção de regularidades próprias do fenômeno estudado. Em contrapartida, há modelos matemáticos que são obtidos a partir da combinação e da interação de dois outros modelos, como é o caso da função do 2º grau. Especificamente na amostra apresentada no item 6.2.1, nota-se, por exemplo, que a articulação de funções do 1º grau pode gerar, por igualdade, a estrutura de um sistema de equação linear (amostra D7, D8, D11, D16, A3); por subtração ou adição, gerar outros modelos de funções do 1º grau, ou seja, com a mesma estrutura (amostra D7, D8, D11, D16, A3) e por multiplicação, gerar

modelos com estrutura diferentes, como a funções do 2º grau, (amostra D4, D5, D6, A4).

A inserção dos modelos matemáticos contextualizados e tipo-essência apresentaram-se como elementos novos para todos os discentes que, até então, tinham trabalhado com as terminologias *fórmulas* ou *leis matemáticas*. A análise do *corpus* empírico permitiu concluir que esses novos elementos contribuíram com o desenvolvimento da matematização dos discentes e, conseqüentemente, com a aprendizagem do conhecimento matemático. Os alunos puderam distinguir entre um modelo (matemático contextualizado) que representa relações quantitativas de um contexto específico e um modelo (matemático tipo-essência) que representa relações não só quantitativas, mas, especialmente, qualitativas, de uma classe específica de estruturas matemáticas, apresentando a essência lógico-abstrata das mesmas.

Analisando os trabalhos finais produzidos pelos discentes, sem a intervenção do professor, é possível notar que os alunos aprenderam como integrar convenientemente os modelos matemáticos em suas análises. Assim, pode-se concluir que a abordagem metodológica aplicada na proposta pedagógica foi eficiente ao inserir, de modo gradual, o contato com os dois modelos matemáticos.

Os aspectos de interdisciplinaridade suplementar permearam toda a proposta pedagógica, presentes nas fases de confrontação, teorização e atuação investigativa. Contudo, nas duas primeiras, a interdisciplinaridade existente foi produzida, organizada e mediada pelo professor. Produzida no sentido de que muitos contextos dos problemas foram produzidos pelo professor; os outros, extraídos de livros acadêmicos relativos à área de administração, mas organizados na proposta por ele. A ação interdisciplinar suplementar não se restringe ao contexto enunciado nos problemas, ela se estende para a matematização operacionalizada na resolução dos mesmos e, nesse sentido, o professor, na fase da teorização, acabou mediando o trabalho com toda ação interdisciplinar que permeava a proposta. Já na terceira fase, todas as ações interdisciplinares suplementares existentes foram planejadas e executadas pelos discentes. Assim, foi sobre essas ações presentes nas duas últimas atividades do *corpus* empírico (trabalho final do 1º e do 2º bimestres) que a análise textual interdisciplinar incidiu.

A primeira análise foi realizada nos contextos que enunciavam os problemas construídos pelos alunos. Os nove problemas analisados abordaram

questões matemáticas relacionadas aos conhecimentos da administração, como custo total, receita total, lucro total, demanda e oferta de mercado, ponto de equilíbrio de mercado, ponto de nivelamento, entre outros. Os discentes tomaram o cuidado de estudar as regularidades estruturais dos conceitos administrativos, que escolheram analisar, para então sair a campo em busca de contextos similares. Na fase da teorização, por exemplo, ao estudarem o lucro total obtido com certo produto, os alunos analisaram que precisariam de informações referentes ao preço de venda do produto, ao custo fixo e ao variável, envolvidos na produção do mesmo. Assim, após a coleta de dados realizada em empresas, indústrias, lojas, entre outros, os alunos produziram os contextos dos problemas não só apresentando valores quantitativos pertinentes à análise lógico-matemática dos mesmos, como também trazendo questionamentos relevantes, tanto relacionados ao cotidiano da área de administração como da área da matemática.

Com relação à resolução desses problemas, foi observada a presença de análises matemáticas, por meio de procedimentos apropriados, em contextos da área da administração, estabelecendo assim uma relação interdisciplinar suplementar entre ambas as áreas, como trabalhado em sala de aula na fase da teorização. Essa subcategoria foi detectada em trinta e quatro momentos diferentes.

A fase de atuação investigativa da abordagem metodológica, trabalhada na proposta pedagógica, foi relevante para a vida acadêmica dos discentes, tendo em vista que o contato com o cotidiano da área de administração possibilitou a conexão entre essa contextura complexa e a teoria aprendida em sala de aula (teorização). Essa conclusão é apresentada com base nos trabalhos desenvolvidos pelos alunos, os quais mostraram um comprometimento em buscar um fenômeno para análise, em elaborar um contexto que apresentasse a problemática a ser estudada e em resolvê-lo de acordo com a matematização trabalhada em sala. Foi possível observar, nos trabalhos, que os discentes conseguiram estabelecer uma sobreposição entre as áreas de administração e de matemática, especificamente entre os valores quantitativos coletados na pesquisa de campo e as estruturas dos objetos matemáticos segundo uma ação interdisciplinar suplementar evidenciada a partir de uma correspondência entre os níveis de integração teórica dos mesmos.

O estabelecimento dessa ação foi realizado a partir dos dados coletados na contextura complexa da realidade física. Embora todo trabalho teórico que possibilitou o desenvolvimento cognitivo dos alunos tenha ocorrido no âmbito da contextura da redução, na qual os problemas já eram apresentados com um contexto definido e adequado aos objetivos do professor, a análise dos trabalhos dos discentes permite concluir que eles conseguiram detectar um fenômeno a ser estudado em meio a tantos presentes no domínio de uma indústria, empresa, entre outros e conseguiram coletar adequadamente os valores quantitativos necessários aos objetivos da equipe, mediante tantos dados possíveis de serem coletados.

Ao escolher o fenômeno e os dados relevantes para estudo, os discentes transitaram da contextura complexa para a reduzida, como é possível visualizar na figura 36 (p. 228). Em seguida, como evidencia a análise textual das duas últimas atividades do *corpus* empírico, os alunos iniciaram a análise matemática do fenômeno, já apresentado em forma de um problema, por meio da matematização dos dados, elaborando os modelos matemáticos contextualizados e até representações gráficas que ofereceram uma visualização diferenciada da resolução algébrica por eles executada e, conseqüentemente, da solução dos mesmos. Assim, é possível analisar que o estudo teórico do conhecimento matemático, presente na proposta pedagogia, foi fundamental para contribuir com o resultado positivo alcançado nos trabalhos produzidos pelos alunos.

Por fim, é relevante destacar que essa análise é compatível com outras duas realizadas por dois interdecodificadores: dois pesquisadores doutorandos da área de ensino de ciências e educação matemática, cujas impressões ratificam a presença das categorias, unidades e subunidades evidenciadas, bem como as sínteses apresentadas.

Destarte, mediante as análises textuais discursivas realizadas neste capítulo, é possível concluir que a proposta pedagógica fundamentada em ações interdisciplinares que permeiam as contexturas complexa e reduzida, e estudada mediante a matematização dos fenômenos existentes em ambas, é uma proposta adequada e eficiente que mostra o quanto é relevante o ensino do conhecimento matemático voltado a cursos de administração.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Essa tese nasceu do interesse em investigar a relevância do ensino de matemática no curso de administração, mediante a quantidade de fatores que influenciam a articulação entre essas áreas e face à complexa realidade que permeia o atual contexto sócio-cultural.

O primeiro aspecto estudado envolveu uma análise epistemológica, na qual foram apresentados os paradigmas da redução e da complexidade. As pesquisas realizadas nesse capítulo indicaram que o paradigma da redução não era suficiente para responder a todas as questões impostas pelo atual contexto complexo, no qual se encontra a ciência e a sociedade. Contudo ele era basilar na fundamentação das ciências formais, principalmente ao mostrar sua capacidade de análise estrutural, que possibilita, a essas ciências, atuar como estruturantes em outras.

Essa pesquisa possibilitou a compreensão de que a integração entre os dois paradigmas supracitados admitem a conciliação entre a estrutura presente no conhecimento matemático e a estrutura do conhecimento da administração, como exposto na figura 20 (p.153). Nesse circuito recursivo, os fenômenos da área de administração que se encontram na contextura complexa, ao serem investigados, têm algumas de suas variáveis selecionadas para serem estudadas e submetidas a uma análise matemática, nesse momento ocorre a passagem da contextura da complexidade para a contextura da redução, tendo em vista que tal análise ocorre nessa última contextura. Essa análise foi realizada segundo um processo de matematização que viabilizou a integração entre as variáveis do contexto administrativo e a operacionalização matemática.

Os estudos mostraram que, embora esses paradigmas apresentem aspectos antagônicos e contraditórios em suas estruturas lógicas e epistemológicas, eles são complementares entre si. A contextura complexa abrange amplamente os fenômenos que permeiam o mundo físico, compreendendo a interação entre seus sistemas, enquanto que a contextura da redução apresenta uma capacidade de análise profunda, quantitativa e qualitativamente de alguns elementos e estruturas pertencentes a esses sistemas e, conseqüentemente, por extensão, aos fenômenos da realidade física. Ao considerar essa interação, é possível conceber esses

paradigmas em um circuito recursivo que apresente uma interação dinâmica entre ambos:

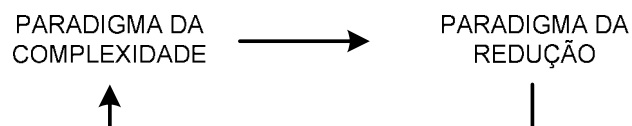


Figura 48 – Circuito recursivo dos paradigmas
Fonte: do autor

No âmbito educacional, a interação com a contextura da complexidade possibilitou a exploração de atividades de campo no qual os discentes puderam interagir com fenômenos existentes, de fato, no cotidiano da administração, aplicando seus conhecimentos matemáticos teóricos estudados na contextura da redução, desenvolvidos nos bancos acadêmicos. A análise textual realizada nas atividades dos discentes permite inferir que a articulação entre esses paradigmas, integrados aos estudos teóricos da academia e à exploração de fenômenos da realidade física, foi eficiente e positiva, permitindo aos alunos não somente o importante contato com os conhecimentos sistematizados cientificamente como, também, possibilitando a exploração de aspectos do mundo físico que poderão fazer parte do futuro profissional dos mesmos.

Assim, a coexistência desses paradigmas é necessária e benéfica para o progresso do conhecimento científico e para o campo educacional, ao possibilitar a realização de diversas interações disciplinares.

As interações disciplinares remeteram ao estudo da ação interdisciplinar, já que o tema investigado evocava a análise da relação e da interação entre as áreas da matemática e da administração. Essas áreas pertencem a campos científicos diferentes, sendo, a primeira, integrante da ciência formal e, a segunda, da ciência social aplicada.

A investigação teórica mostrou que o fato delas integrarem campos científicos distintos não implicaria em uma segregação integral entre ambas, pois havia elementos que possibilitavam a existência de ações interdisciplinares, a partir de uma interação entre suas estruturas. Foi possível identificar a existência de uma relação interdisciplinar complementar entre ambas, na qual ocorre uma sobreposição parcial e, ao mesmo tempo, complementar entre as estruturas inerentes à área da

matemática e da administração no âmbito de integração teórica. Essa ação interdisciplinar pode contribuir para um maior entendimento dos fenômenos da administração (os quais estão inseridos numa contextura complexa), segundo uma análise matemática (que permeia a contextura da redução).

Foi possível constatar, na pesquisa, que a natureza da contextura complexa do mundo físico é interdisciplinar, todavia ao explorá-la parece que a humanidade não encontrou outro caminho que não o da sua fragmentação em áreas disciplinares. Assim, o processo de compreensão dessa natureza parte da contextura complexa-interdisciplinar para uma contextura da redução-disciplinar (na qual ocorrem análises profundas de determinados aspectos dos fenômenos físicos), e, em seguida, volta para a primeira contextura, com o objetivo de compreender os resultados alcançados na segunda. Dessa forma, a compreensão da natureza passa por um processo dinâmico de interação entre as duas contexturas segundo um circuito recursivo.

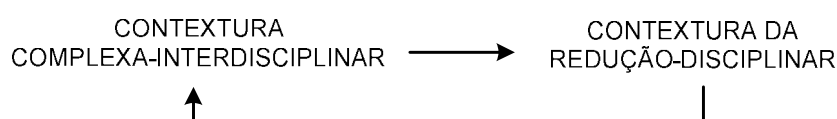


Figura 49 – Circuito recursivo das contexturas complexa-interdisciplinar e da redução-disciplinar
Fonte: do autor

No campo educacional, a ação interdisciplinar colaborou com o ensino dos objetos matemáticos na medida em que viabilizou sua inserção em contextos próprios da administração, em alguns momentos do processo de ensino, ou seja, em momentos interdisciplinares. A análise textual realizada nas atividades dos alunos possibilita concluir que essa ação tornou mais estimulante o estudo do conhecimento matemático, uma vez que o discente pôde manter contato e analisar matematicamente possíveis situações de seu futuro campo de atuação profissional, que é o da administração.

Outro aspecto essencial deste trabalho envolveu uma pesquisa a respeito da área da administração. Por meio de uma investigação histórica, foi possível conhecer melhor a área e saber que esse curso possui menos de dois séculos de existência sistematizada. Atualmente ele é crucial para promover uma mudança educacional e cultural no Brasil, tendo em vista que apresenta os maiores

índices de ingressantes no ensino superior, em função da quantidade de cursos ofertados em instituições federais, estaduais e privadas.

O estudo realizado na área de administração possibilitou, também, conhecer as competências, as habilidades e os conhecimentos necessários para a formação de um administrador. Dentre as oito competências e habilidades que um curso de administração deve promover, segundo a diretriz curricular nacional desse curso, as investigações mostraram que seis delas podem ser desenvolvidas ou aprimoradas pelo estudo do conhecimento matemático, como explicitado no item 3.2.3, do capítulo 3.

Com relação à diretriz do curso de administração, a pesquisa indicou que a mesma fornece elementos favoráveis ao ensino do conhecimento matemático com relação à formação do perfil de um profissional dessa área. A diretriz estabelece, entre os eixos de formação básica de um administrador, o eixo *conteúdos de estudos quantitativos e suas tecnologias*, no qual os modelos matemáticos são explicitamente citados. Essa informação permite deduzir que é necessária a inserção do ensino da matemática como disciplina da grade curricular de qualquer curso de administração no âmbito nacional. Tal inserção, conseqüentemente, contribui com a formação de um perfil de administrador que abarque a análise lógico-racional inerente às ciências formais. A análise textual realizada, principalmente, nas atividades finais produzidas pelos alunos possibilita concluir que a formação desse perfil mais racional começa a se desenvolver de fato a partir do contato com a disciplina de matemática, pois ela oportuniza aos discentes olhar e analisar os fenômenos de sua realidade profissional sob uma perspectiva lógica e racional.

Embora a análise tenha apontado para a relevância do ensino introdutório do conhecimento matemático na formação em administração, a pesquisa mostrou que poucos referenciais que discutem essa questão foram encontrados (como citado no primeiro capítulo) e que alguns desses referenciais indicam a existência de uma precária formação matemática na área de administração. Esse quadro contraditório revela a existência de diversas interfaces que podem ser exploradas nesse campo, abordando o ensino de outros conhecimentos matemáticos não introdutórios, como o de cálculo, álgebra; a aprendizagem do conhecimento matemático na administração; entre outros.

A análise epistemológica dos objetos matemáticos pelo processo de matematização possibilitou a compreensão de que o desenvolvimento gradual das atividades pertencentes aos componentes horizontal e vertical da matematização viabilizou a produção dos modelos matemáticos contextualizados e tipo-essência, concebidos nesta pesquisa como estruturas abstratas que atuam como mediadores entre o mundo matemático e o mundo físico.

A produção de ambos os modelos desenvolveu-se a partir da análise de problemas, submetido à contextualização ou recontextualização de fenômenos existentes na contextura complexa do campo da administração. Nessa análise, o estudo dos contextos dos problemas permitiu a percepção de relações e regularidades estabelecidas entre suas variáveis, representadas por modelos matemáticos contextualizados. A partir desses modelos, e sob a luz da descontextualização, foram generalizados os modelos matemáticos tipo-essência que representavam a estrutura do objeto matemático em estudo.

Na área da educação, a pesquisa revelou que o emprego da matematização (com seus componentes horizontal e vertical) – na obtenção dos modelos matemáticos contextualizados e tipo-essência em meio à contextualizações, recontextualizações e descontextualizações do conhecimento matemático – é um procedimento viável para o ensino da matemática, sobretudo com relação ao assunto funções.

A análise textual discursiva, realizada nos questionários dos docentes que examinaram a proposta pedagógica, permite inferir que todo esse procedimento empregado no ensino do conteúdo de funções foi bem planejado e estruturado de acordo com uma sequência didática a ser aplicada em um curso de administração.

Com relação à metodologia de ensino, as pesquisas teóricas realizadas nas tendências já existentes apontaram que a utilização de uma única abordagem seria insuficiente para contemplar um trabalho que envolvesse investigações de fenômenos da realidade complexa da administração integrados, interdisciplinarmente, com uma análise matemática dos mesmos. Segundo as pesquisas, somente o aspecto interdisciplinar já seria suficiente para indicar a necessidade do desenvolvimento de uma abordagem metodológica adequada a um contexto interdisciplinar em detrimento da justaposição ou emprego de abordagens de um campo em outro. Assim, mediante tais análises foi desenvolvida uma

metodologia especialmente para fundamentar a proposta produzida – abordagem metodológica para uma integração conciliadora. A análise textual realizada tanto nos questionários dos professores quanto nas atividades dos alunos oferece condições para concluir que essa abordagem se mostrou completamente adequada ao trabalho proposto.

Fundamentada nos aportes das pesquisas teóricas, foi construída uma proposta pedagógica com o objetivo de propor o ensino introdutório do conhecimento matemático para o curso de administração, levando em consideração os aspectos da complexa realidade física, na qual o mesmo está inserido, os estudos epistemológicos que sustentam ambas as áreas do conhecimento, as características interdisciplinares que permeiam tal ação e os cuidados didático-metodológicos necessários à produção da proposta, como apresentado na figura 50.

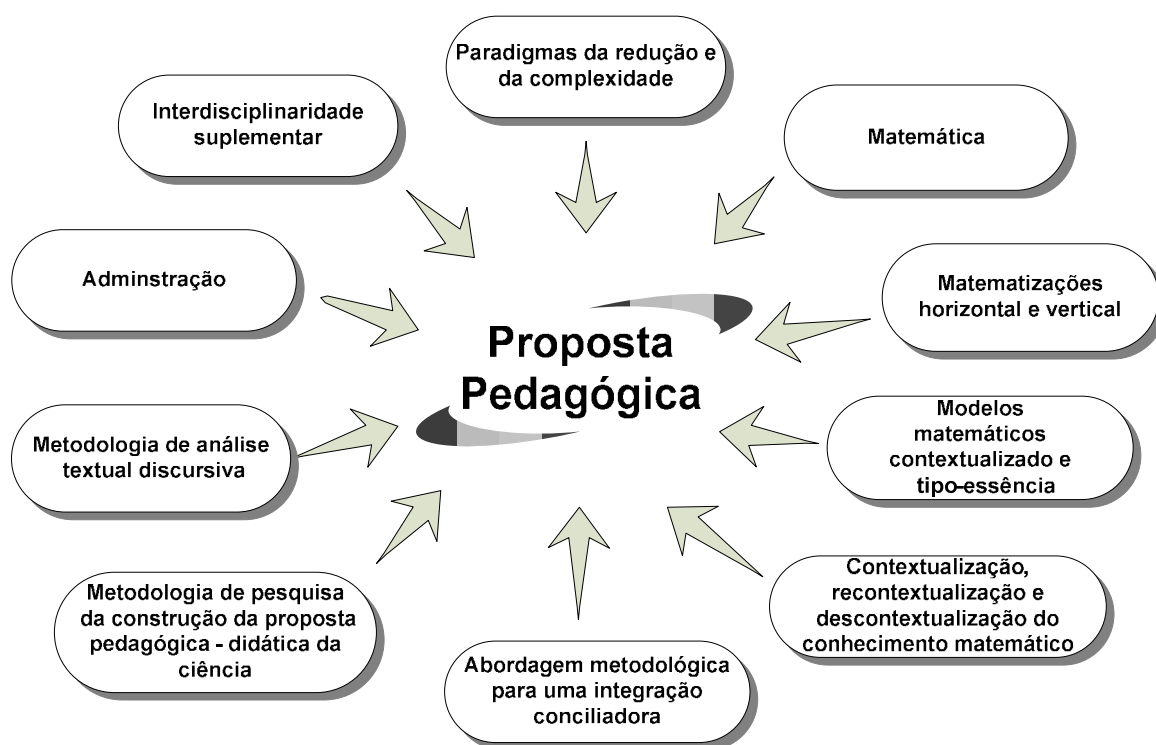


Figura 50 – Proposta Pedagógica
Fonte: do autor

A proposta pedagógica foi submetida à apreciação de profissionais tanto da área da matemática quanto da administração. Sustentada na análise textual discursiva, realizada nos questionários por eles respondidos, foi possível deduzir que ela estava adequada para ser aplicada e testada em uma turma de um curso de

administração. Essa aplicação da proposta ocorreu no primeiro semestre do ano de 2010, em uma turma do primeiro período do curso de administração.

Balizada na análise textual discursiva, realizada nos resultados desenvolvidos pelos alunos, foi possível inferir que a proposta pedagógica estava, de fato, adequada e satisfatória ao ensino introdutório do conhecimento matemático para esse curso de administração. É relevante comentar que tal análise confere o resultado positivo quando analisado nas delimitações do contexto sócio-tempo-cultural em que a pesquisa foi realizada, ou seja, na referida turma, instituição de ensino superior e cidade e integrados aos referenciais teóricos estudados nessa pesquisa. Contudo, há a possibilidade da proposta ser adequada a outros contextos, desde que sejam realizadas as devidas adequações.

Assim, a partir das análises textuais discursivas e das reflexões produzidas na presente tese, é possível evidenciar as contribuições didático-metodológicas deste trabalho, no sentido de favorecer a superação do senso comum conteudista, frequentemente observado nas disciplinas de matemática voltadas aos cursos de administração. Esta pesquisa, portanto, fundamentada nos aportes teóricos da complexidade e da interdisciplinaridade e estruturada segundo a abordagem metodológica de ensino desenvolvida especificamente para esta proposta pedagógica – abordagem metodológica para uma integração conciliadora -, busca ser uma proposta inovadora ao ensino do conhecimento matemático introdutório nos cursos de administração. O seu aspecto inovador caracteriza-se por apresentar uma fundamentação teórica articulada de maneira integradora, especificamente para estruturar essa pesquisa.

Alguns fatores limitantes, no entanto, foram encontrados no decorrer da pesquisa. Entre eles cita-se a dificuldade de utilizar os mapas conceituais como um instrumento de avaliação conceitual, previsto no planejamento inicial dessa pesquisa. Essa dificuldade ocorreu em função da quantidade de alunos da turma na qual a proposta foi aplicada. Pelo fato dela contar com oitenta e nove discentes, houve a necessidade da realização de diversas atividades em grupos. Esses, não mantiveram seus integrantes constantes, havendo migração de alunos de um grupo para outro, o que inviabilizou uma investigação a respeito da organização conceitual (mapas conceituais), dos mesmos ao longo das atividades.

Outro fator refere-se à dificuldade metodológica de realização da análise textual discursiva das atividades matemáticas dos alunos. Essa análise,

originária das ciências humanas, tem se expandido para outras ciências. Uma pesquisa realizada na área de matemática evidenciou a existência de trabalhos que abordam algumas análises, contudo, elas focam poucos aspectos, como a análise de erros matemáticos ou tipos de resoluções desenvolvidas pelos alunos (exemplo: a resolução satisfatória usando o procedimento padrão). Assim, a análise textual discursiva abrangente, realizada neste trabalho, envolvendo aspectos procedimentais de resolução, epistemológicos, de interdisciplinaridade suplementar e da contextura complexa, com onze unidades e trinta subunidades diferentes, exigiu diversas organizações até atingir a forma final, apresentada no item 6.2, do capítulo 6 dessa tese.

A presente pesquisa, que apresenta tais resultados tanto com relação à elaboração quanto à aplicação da proposta pedagógica para a área da matemática, não encerra aqui. Novas investigações relacionadas a diversas questões observadas no desenvolvimento desse trabalho surgiram, tais como a aplicação da proposta em outros cursos de administração para ratificar a adequação e a eficiência da mesma; aplicação da proposta pedagógica por outro professor de matemática que não seja a proponente da mesma, com o objetivo de analisar sua autonomia pedagógica; a possibilidade de analisar a adequação da estrutura da proposta pedagógica com sua abordagem metodológica própria não somente com outros conteúdos matemáticos, mas também em outros cursos, além da administração.

Assim, a realização de novas investigações e a análise de seus desdobramentos fica indicada como uma continuidade da presente pesquisa de doutorado, com o intuito de contribuir qualitativamente para a promoção de uma educação matemática efetiva mediante os desafios da educação científica hodierna.

REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- ACKEL PINTO, A. L. M. F. **Concepções e práticas de professores de matemática de um curso de administração**. 2005. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) - Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo, 2005.
- ADÚRIZ-BRAVO, A. **Integración de la epistemología en la formación del profesorado de ciencias**. 2001. 622 f. Tese (Doctorat em didàctica de les Ciències Experimentals) – Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 2001.
- AGOSTINHO, M. C. E. Administração complexa: revendo as bases científicas da administração. **RAE Eletrônica**, v. 2, n. 1, jan./jun. 2003. Disponível em: <<http://www16.fgv.br/rae/eletronica/index.cfm?FuseAction=Artigo&ID=1254&Secao=ORGANIZA&Volume=2&numero=1&Ano=2003>>. Acesso em: 13 abr. 2009.
- ALLEVATO, N.S.G.; ONUCHIC, L. R. Teaching mathematics in the classroom through problem solving. In: ICME 11 International Congress on Mathematical Education, 11., 2008. Monterrey, México: Universidad Autónoma de Nuevo León. **Actas**. Disponível em <<http://tsg.icme11.org/document/get/453>>.
- ANDRADE, R. O. B. et al. **Pesquisa nacional sobre o perfil, formação, atuação e oportunidades de trabalho do administrador**. 4. ed. Brasília: Conselho Federal de Administração, 2006.
- APOSTEL, L. et al. **Interdisciplinarity: problems of teaching and research in universities**. França: Organisation for Economic Co-operation and Development, 1972.
- ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. **A didática das ciências**. 4. ed. Campinas: Papirus, 1995.
- ASTOLFI, J. P. Trois paradigmes pour les recherches em didactique. **Française de Pedagogie**, Saint Fons, n. 103, p. 5-18, 1993.
- ASTOLFI, J. P.; DEVELAY, M. **La didactique des sciences**. Paris: PUF, 1989.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AXELROD, R.; COHEN, M. D. **Harnessing complexity: organizational implications of a scientific frontier**. New York: The Free Press, 1999.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 3. ed. Lisboa: Edições 70, 2004.
- BARNES, H.; VENTER, E. Mathematics as a social construct: teaching mathematics in context. **Pythagoras**, South África, n. 68, p. 3-14, Dec. 2008.

BASSANEZI, R. C. **Ensino: aprendizagem com modelagem matemática**. São Paulo: Contexto, 2002.

BATISTA, I. L. O ensino de teorias físicas mediante uma estrutura histórico-filosófica. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 10, n. 3, p. 461-476, 2004.

_____. **A teoria universal de Fermi: da sua formulação inicial até a reformulação V-A**. 1999. 120 f. Tese (Doutorado em Filosofia da Ciência) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

BATISTA, I. L.; LUCCAS, S. Abordagem histórico-filosófica e educação matemática: uma proposta de interação entre domínios de conhecimento. **Educação Matemática Pesquisa**, São Paulo, v.6, n. 1, p.101-133, 2004b.

BATISTA, I. L.; SALVI, R. Perspectiva pós-moderna e interdisciplinaridade educativa: pensamento complexo e reconciliação integrativa. **Ensaio**. Belo Horizonte, v. 8, n. 2, p. 147-159, 2006.

BAUER, M. W. Análise de conteúdo clássica: uma revisão. In: BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2002, p. 189-217.

BAUER, R. **Gestão da mudança: caos e complexidade nas organizações**. São Paulo: Atlas, 1999.

BICUDO, M. A. V. (org.). **Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: Ed. NESP, 1999.

BICUDO, V. Filosofia da educação matemática segundo uma perspectiva fenomenológica In: APARECIDA, M.; BICUDO, V. **Filosofia da educação matemática: fenomenologia, concepções, possibilidades didático-pedagógicas**. São Paulo: Ed. UNESP, 2010.

BIZZO, N. M. V. Metodologia e prática de ensino em ciências: a aproximação do estudante de magistérios das aulas de ciências no 1º grau. In: FAZENDA, I. C. A. et al. **A prática de ensino e o estágio supervisionado**. 15. ed. Campinas: Papirus, 2008.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Porto: Porto Editora, 1994.

BOISOT, M. Discipline and interdisciplinarity. In: APOSTEL, L. et al. **Interdisciplinarity: problems of teaching and research in universities**. França: Organisation for Economic Co-operation and Development, 1972.

BOYER, C. B. **História da matemática**. São Paulo: Edgard Blücher, 1974.

BRASIL. **Resumo técnico: censo da educação superior de 2009**. Ministério da Educação: Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira – INEP. Brasília – DF, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Superior. **Relatório do grupo de trabalho instituído pela portaria ministerial nº 4.034, de 8 de dezembro de 2004**. Brasília, 2005a.

_____. RESOLUÇÃO nº 4, de 13 de julho de 2005. Institui as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Administração, bacharelado, e dá outras providências. **Diário oficial**, Brasília, 2005b. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/rces004_05.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2009.

_____. Parecer MEC/CNE/CES nº 023, de 3 de fevereiro de 2005. Retificação da Resolução CNE/CES nº 1/2004, que institui as Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN) do curso de Graduação em Administração. **Diário oficial**. Brasília, 2005c. Disponível em: <http://www.unioeste.br/prg/download/ces_23_2005.pdf>. Acesso em: 9 mar. 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Portaria nº 4.034, de 8 de dezembro de 2004. Grupo de Trabalho com a finalidade de realizar estudos para consolidar os parâmetros já estabelecidos de análise dos pedidos de autorização e de reconhecimento de novos cursos da área de Administração. **Diário oficial**. Brasília, 2004a. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/sesu/arquivos/pdf/port4059-2004.pdf>>. Acesso em: 9 mar. 2009.

_____. Resolução nº 1, de 2 de fevereiro de 2004. Institui as diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em administração, bacharelado, e dá outras providências. **Diário oficial**. Brasília, 2004b. Disponível em: <http://www.cfa.org.br/download/ResCNE_1_2004.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2009.

BRASIL. Ministério da Educação. Resolução nº 2, de 4 de outubro de 1993. Fixa os mínimos de conteúdos e duração do curso de graduação em administração. **Diário oficial**. Brasília, 1993. Disponível em: <<http://www.prolei.inep.gov.br/index.jsp>>. Acesso em: 4 mar. 2009.

_____. Lei nº 7.321, de 13 de junho de 1985. **Altera a denominação do conselho federal e dos conselhos regionais de técnicos de administração, e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L7321.htm>. Acesso em: 4 mar. 2009.

_____. Resolução nº 21, de 15 de agosto de 1973. Fixa os mínimos de conteúdo e duração da habilitação em comércio exterior do curso de administração. **Diário oficial**. Brasília, 1973 (a). Disponível em: <<http://www.prolei.inep.gov.br/index.jsp>>. Acesso em: 4 mar. 2009.

_____. Resolução nº 18, de 12 de julho de 1973. Fixa os mínimos de conteúdo e duração da habilitação em administração hospitalar do curso de administração. **Diário oficial**, Brasília, 1973b. Disponível em: <<http://www.prolei.inep.gov.br/index.jsp>>. Acesso em: 4 mar. 2009.

_____. Parecer nº 1.081, de 6 de julho de 1973. **Fixa os mínimos de conteúdo e duração da habilitação em Comércio Exterior do Curso de Administração**.

1973c. Disponível em: <http://www.cfa.org.br/arquivos/pg_n.php?codtipoinf=&ano=&assunto=parecer%20788/73&coditem=158>. Acesso em: 4 mar. 2009.

_____. Parecer nº 788, de 4 de julho de 1973. **Fixa os mínimos de conteúdo e duração da habilitação em Administração Hospitalar do Curso de Administração.** 1973d. Disponível em: <http://www.cfa.org.br/html/c_gestor/Par788_73.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2009.

_____. Parecer nº 307 de 8 de julho de 1966. **Currículo mínimo de administração.** Disponível em: <http://www.cfa.org.br/html/c_gestor/Par307_66.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2009.

_____. Lei nº 4.769, de 9 de setembro de 1965. Dispõe sobre o exercício da profissão de Técnico de Administração, e dá outras providências. **Diário oficial,** Brasília, 1965, p. 9337, 16 set. 1965.

BUNGE, M. **Epistemologia: curso de atualização.** São Paulo: T. A. Queiroz: Ed. da Universidade de São Paulo, 1980.

BURIASCO, R. L. C.; CYRINO, M. C. C. T.; SOARES, M. T. C. Um estudo sobre a construção de um manual para correção das provas com questões abertas de matemática: ava2002. In: ENCONTRO NACIONAL DE EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. 8. 2004. **Anais...** Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2004.

BURIASCO, R. L. C, **Algumas considerações sobre avaliação educacional.** Estudos em Avaliação Educacional. São Paulo, n. 22, p. 155-178, 2000.

BURTON, D. M. **The History of mathematics:** an introduction. 6. ed. United States of America: McGraw-Hill Primis Companies, 2007.

BUTTS, T. Formulando problemas adequadamente. In: KRULIK, S.; REYS, R. E. **A resolução de problemas na matemática escolar.** São Paulo: Atual, 1997.

CAJORI, F. **A history of mathematical notations.** New York: Dover Publications, 1993.

CARAÇA, B. J. **Conceitos fundamentais da matemática.** Lisboa: Tipografia Matemática, 1958.

CARLOS, J. G. **Interdisciplinaridade no ensino médio:** desafios e potencialidades. 2007. 172 f. Dissertação (mestrado profissionalizante em ensino de ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

CARRASCOSA, J.; GIL-PÉREZ, D.; MARTINEZ TERRADES, S. La didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. **Enseñanza de las Ciencias,** Barcelona, p. 401-402, 1997.

CASTORINA, J. A. Los problemas conceptuales del constructivismo y sus relaciones con a educación, In: CARRETERO, M.; CASTORINA, J. A.; BAQUERO, R. (Ed.). **Debates constructivistas.** Buenos Aires: Aique, 1998.

CHETTIPARAMB, A. **Interdisciplinarity**: a literature review. Southampton: University of Southampton press, 2007.

CHEVALLARD, Y; BOSCH, A.; GASCON, J. **Estudar matemáticas**: o elo perdido entre o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre: Artmed, 2001.

_____. **La transposición didáctica**: Del saber sabio al saber enseñado. 3. ed. Buenos Aires: AIQUE, 2000.

CHIAVENATO, I. **Introdução à teoria geral da administração**. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000.

CURY, H.N, Aprendizagem em cálculo: uma experiência com avaliação formativa. In: CONGRESSO NACIONAL DE MATEMÁTICA APLICADA E COMPUTACIONAL, 28. 2005, São Paulo. **Anais ...** São Paulo: SBMAC, 2005. CD-ROM

CONSELHO FEDERAL DE ADMINISTRAÇÃO. História da Profissão. Disponível em: <<http://www.cfa.org.br/arquivos/selecionaitem.php?p=selecionaitem.php&coditem=174>>. Acesso em: 6 fev. 2009.

COSTA, N. C. A. **Conhecimento científico**. São Paulo: Discurso Editorial, 1999.

DESCARTES, R. **Discurso do método**. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

DINIZ, M. I. Resolução de Problemas e Comunicação In: SMOLE, K. S.; DINIZ, M. I. (Org.). **Ler, escrever e resolver problemas**: habilidades básicas para aprender matemática. São Paulo: Artmed, 2001.

DRUCKER. P. **A profissão de administrador**. São Paulo: Pioneira, 1998.

DUTRA, L. H. A. Os modelos e a pragmática da investigação. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 205-232, 2005.

ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO. 34., 2010, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/evento.php?cod_evento_edicao=53>. Acesso em: 9 fev. 2011.

ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 27., 2003, Atibaia. **Anais...** Atibaia, 2003. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/evento.php?cod_evento_edicao=7>. Acesso em: 9 fev. 2011.

ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 26., 2002, Salvador. **Anais...** Salvador, 2002. Disponível em <http://www.anpad.org.br/evento.php?cod_evento_edicao=6>. Acesso em: 9 fev. 2011.

ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 25., Campinas, 2001. **Anais...** Campinas, 2000. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/evento.php?cod_evento_edicao=5>. Acesso em: 9 fev. 2011.

ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 24., 2000, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2000. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/evento.php?cod_evento_edicao=4>. Acesso em: 09 fev. 2011.

ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 23., 1998, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 1999. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/evento.php?cod_evento_edicao=3>. Acesso em: 9 fev. 2011.

ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO., 33., 2009, São Paulo. **Anais ...** São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/evento.php?cod_evento_edicao=45>. Acesso em: 9 fev. 2011.

ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 32., 2008, Rio de Janeiro. **Anais ...** Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/evento.php?cod_evento_edicao=38>. Acesso em: 9 fev. 2011.

ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 31., 2007, Rio de Janeiro. **Anais ...** Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/evento.php?cod_evento_edicao=33>. Acesso em: 9 fev. 2011.

ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 30., 2006, Salvador. **Anais...** Salvador, 2006. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/evento.php?cod_evento_edicao=10>. Acesso em: 9 fev. 2011.

ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 29., 2005, Brasília. **Anais...** Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/evento.php?cod_evento_edicao=9>. Acesso em: 9 fev. 2011.

ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 28., 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2004. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/evento.php?cod_evento_edicao=8>. Acesso em: 9 fev. 2011.

ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 22., 1998, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu, 1998. Disponível em: <http://www.anpad.org.br/evento.php?acao=subsecao &cod_edicao_subsecao=53&cod_evento_edicao=2>. Acesso em: 9 fev.

ERNEST, P. **The philosophy of mathematics education**. London: The Falmer Press, 1991.

ESPINET, M. **Memoria del proyecto docente**. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 1999.

FACHIN, R.; RODRIGUES, S. B. Nota técnica: teorizando sobre organizações: vaidades ou pontos de vista? In: CLEGG, S. R.; HARDY, C.; NORD, W. R. **Handbook de estudos organizacionais**. São Paulo: Atlas, 1998.

FACULDADE DE ENGENHARIA INDUSTRIAL. **Projeto pedagógico institucional**, 2005. Disponível em: <<http://www.fei.edu.br/QShistorico.htm>>. Acesso em: 4 mar. 2009.

FARIA, W. **Mapas Conceituais**: Aplicações ao ensino, currículo e avaliação. São Paulo: EPU - Temas Básicos de educação e ensino, 1995.

FAZENDA, I. **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo: Cortez, 1991.

FERRAZ, M. S. A. Lições do mundo-da-vida: o último Husserl e a crítica ao objetivismo. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 2, n. 3, p. 355-372, 2004

FERREIRA, M. E. M. P. Ciência e interdisciplinaridade. In: FAZENDA, I. **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo: Cortez, 1991.

FERREIRA, S. L. Introduzindo a noção de interdisciplinaridade In: FAZENDA, I. **Práticas interdisciplinares na escola**. São Paulo: Cortez, 1991.

FINK, K.; BEMAN, W.; SMITH, D. **A Brief History of Mathematics**. New York: Cosimo, 2007.

FRAASSEN, B. C. V. **The scientific image**. Oxford: Clarendon Press, 1980.

FRANCHES, Celso da Costa (Org.). **Diretrizes curriculares para os cursos de Graduação**. Brasília: ABMES Editora, 2008.

FREUDENTHAL, H. **Revisiting mathematics education: china lectures**. London: Kluwer Academic Publishers, 1994.

_____. **Mathematics as an education task**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1973.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Ciclo básico e ciclo profissional**. Disponível em: <<http://www.fgv.br/gradrj/>>. Acesso em: 3 mar. 2009.

FUNDAÇÃO IDORT/SP. **História**. Disponível em: <<http://www.idort.com/History.aspx?subjectId=743F81AF-E4BE-DC11-9D7D-0014220BC504&langId=1&fatherId=1>>. Acesso em: 8 fev. 2011.

GALLÁSTEGUI, A. Investigación y docencia en didáctica de las matemáticas: hacia la constitución de una disciplina. **Studia Paedagogica**, Leuven, n. 21, p. 7-17, 1989.

GELLERT, U.; JABLONKA, E. **Mathematisation and dematematisation: social, philosophical and educational ramifications**. The Netherlands: Sense Publishers, 2007.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J.; MARTÍNZ TERRADES, S. Estatus de la didáctica de las ciencias. In: PARALES, F. J. et al (Ed.). **La didáctica de las áreas curriculares en el siglo XXI**. Granada: Grupo Editorial Universitario, 2001. p. 65-81. v. 1.

_____. Una disciplina emergente y un campo específico de investigación. In: PARALES, F. J.; CAÑAL, P. (Ed.). **Didáctica de las ciencias experimentales. teoría y práctica de la enseñanza de las ciencias**. Alcoy: Marfil, 2000. p. 11-34.

GIL-PÉREZ, D. New trends in science education. **International of Science Education**, v. 18, n. 8, p. 889-991, Dec. 1996.

GOMES, L. P. História da administração. **CRA em Ação**, Ceará, v. 1, n. 7, ago./set. 2005. Disponível em: <<http://www.cfa.org.br/download/RD1605.pdf>>. Acesso em: 2 jun. 2009.

GUSDORF, G. Past, present and future in interdisciplinary research. **International Social Science Journal**, Paris, v. 29, n. 4, p. 580-600, 1977.

HEUVEL-PANHUIZEN, M. V. D. The didactical use of models in realistic mathematics educational: an example from a longitudinal trajectory on percentage. **Educational Studies in Mathematics**, New York, v. 54, n. 1, p. 9-35, Nov. 2003.

_____. **Assessment and realistic mathematics education**. Utrecht: CD-β Press, 1996.

HECKHAUSEN, H. Discipline and interdisciplinarity. In: APOSTEL, L. et al. **Interdisciplinarity: problems of teaching and research in universities**. França: Organisation for Economic Co-operation and Development, 1972.

HODGKIN, L. **A history of mathematics: from mesopotamia to modernity**. New York: Oxford University Press, 2005.

HOLLAND, J. H. **Hidden order: how adaptation builds complexity**. United States of America: Helix Books, 1995.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S. **Minidicionário houaiss da língua portuguesa**: Instituto Antônio Houaiss de Lexicografia e Banco de Dados da Língua Portuguesa. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

HOUAISS, A.; VILLAR, M. S.; FRANCO, F. M. M. **Dicionário eletrônico houaiss da língua portuguesa**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2009.

HUSSERL, E. **The crisis of European sciences and transcendental phenomenology**. Evanston: Northwestern University Press, 1970.

HUUTONIEMI, K.; KLEIN, J. T.; BRUNN, H.; HUKKINEN, J. Analyzing interdisciplinarity: typology and indicators. **Research Policy**, n.39, p. 79-88, 2010. Disponível em: <<http://www.scribd.com/doc/37412259/Analyzing-Interdisciplinarity>>. Acesso em: 30 Dec. 2010.

IZQUIEDRO, M. **Memoria del proyecto docente e investigador**. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 1990.

_____. **Memoria de acceso a la plaza de catedrática**. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona, 1999.

JANTSCH, E. Towards interdisciplinarity and transdisciplinarity in education and innovation. In: APOSTEL, L. et al. **Interdisciplinarity: problems of teaching and research in universities**. França: Organisation for Economic Co-operation and Development, 1972.

KAMII, C. **Reinventando a aritmética: implicações da teoria de Piaget**. 4. ed. Campinas: Papirus, 1991.

KATZ, V. J. **A history of mathematics: an introduction**. Massachusetts: Addison-Wesley, 2009.

KAWASAKI, E. I.; FERNANDES, C. T. **Modelos para projeto de cursos hipermídia**. Tese (Mestrado, Divisão de Ciência da Computação) - Instituto Tecnológico da Aeronáutica, São José dos Campos, 1996.

KLEIN, J. T. A Conceptual Vocabulary of Interdisciplinary Science. In: WEINGART, P.; STEHR, N (Ed.). **Practising Interdisciplinarity**. London: University of Toronto Press, 2000. p. 3-24.

LACEY, H. Ciência, respeito à natureza e bem-estar humano. **Scientiae Studia**, São Paulo, v. 6, n. 3, p. 297-327, 2008.

LADRIÈRE, J. **Filosofia e práxis científica**. Rio de Janeiro: F. Alves, 1978.

LAKATOS, I. **The methodology of scientific research programs: philosophical papers**. Cambridge: Cambridge University Press, 1980. v. 1.

LANE, S. M. Concepts and categories in perspective. In: DUREN, P.; ASKEY, R. A.; MERZBACH, U. C. **A century of mathematics in america**. United States: American Mathematical Society, 1989.

LANGE JZN, J. **Mathematics, insight and meaning: teaching, learning and testing of mathematics for the life and social sciences**. Utrecht: Rijksuniversiteit Utrecht. 1987.

LAVAQUI, V., BATISTA, I. L. Interdisciplinaridade em ensino de ciências e de matemática no ensino médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 13, n. 3, p. 399-420, 2007.

LEITHOLD, L. **Matemática aplicada à economia e à administração**. São Paulo: Harbra, 2001.

LE MOIGNE, J. L. Inteligência da Complexidade. **Revista de Ciências da Educação**, Lorena, n. 4, p. 117-128, out./dez. 2007

LENOIR, T. **Instituindo a ciência: a produção cultural das disciplinas científicas**. São Leopoldo: Ed. Unisinos, 2004.

LENOIR, Y. Didática e interdisciplinaridade: uma complementaridade necessária e incontornável. In: FAZENDA, I. C. A (Org.). **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas: Papirus, 1998.

LINS, R. C. Matemática, monstros, significados e educação matemática. In: BICUDO, M. A. V.; BORBA, M. C. (Org.). **Educação Matemática: pesquisa em movimento**. São Paulo: Cortez, 2004. p. 92-120.

LUCCAS, S. **Abordagem histórico-filosófica na educação matemática: apresentação de uma proposta pedagógica**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2004.

LUCCAS, S.; BATISTA, I. L. O papel da matematização em um contexto interdisciplinar no ensino superior. **Ciência e Educação**, Bauru: UNESP, 2010a.

_____. Ensino do conhecimento matemático em contextos variados usando modelos como norteadores epistemológicos. CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENSINO DA MATEMÁTICA. 5. 2010. Canoas. **Anais...** Canoas, 2010b.

_____. A influência do ensino de matemática na formação do administrador: uma conciliação interdisciplinar. SIMPÓSIO SULBRASILEIRO DE ENSINO DE CIÊNCIAS. 15., Itajaí. **Anais...** Itajaí: Universidade do Vale do Itajaí 2008a.

_____. A importância da contextualização e da descontextualização no ensino de matemática: uma análise epistemológica. ENCONTRO BRASILEIRO DE ESTUDANTES DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: possibilidades de interlocução. 12., 2008, Rio Claro. **Anais...** Rio Claro: Universidade Estadual Paulista, 2008b.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MACEDO, L. R. D. **A aprendizagem significativa dos conceitos matemáticos e seus reflexos em alunos dos cursos de administração de empresas**. Dissertação (Mestrado em Educação) - Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2004.

MACHADO, N. J. **Epistemologia e didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente**. São Paulo: Cortez, 1995.

MACHADO, N. J. **Matemática e realidade: análise dos pressupostos filosóficos que fundamentam o ensino da matemática**. São Paulo: Cortez, 1989.

MACINTYRE, A. B. L. **Tecnologia e prazer: o ensino da matemática aplicada a administração**. Dissertação (Mestrado Administração). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

MAGGI, L. Fatores críticos no ensino da matemática nos cursos de administração de empresas: as dificuldades apresentadas pelos alunos ingressantes e as suas implicações na aprendizagem. **Gestão e Conhecimento**. v. 1, n. 1, mar./jun. 2005. Disponível em: <<http://www.pucpcaldas.br/graduacao/administracao/revista/>>. Acesso em: 1 fev. 2011.

MARTINS, G. A. Falando sobre Teorias e Modelos nas Ciências Contábeis. **Brazilian Business Review**, Vitória, v. 2, n. 2, p. 131-144, Jul / Dez 2005. Disponível em: <www.bbrronline.com.br>. Acesso em: 7 maio 2009.

MARTINEZ TERRADES, S.; GIL-PÉREZ, D.; CARRASCOSA, J. Los handbooks en didáctica de las ciencias: Um indicador de su consolidación como dominio científico específico. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN LA DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS, 6., 2001, Barcelona. **Actas...** Barcelona: UAB y UV, 2001. p. 437-438.

MARTINEZ TERRADES, S. La didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. Génesis, estado actual y perspectivas. Resumen de la tesis doctoral. **Enseñanza de las Ciencias**, Barcelona, v. 16, n. 3, p. 517-518, 1998.

MAXIMIANO, A. C. A. **Introdução à administração**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2000.

MAXIMIANO, A. C. A. **Teoria geral da administração: da revolução urbana à revolução digital**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

MEDEIROS, J. B. **Redação científica: a prática de fichamento, resumos, resenhas**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

MEDEIROS SILVA, S. et al. **Matemática para cursos de economia, administração e ciências contábeis**. São Paulo: Ed. Atlas, 1999.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. C. **Análise textual discursiva**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2007.

MOREIRA, M. A.; CALVO, A. **Constructivismo: significados, concepciones erróneas y una propuesta**, en Memoria de la VIII reunión nacional de educación en física, Rosario: APFA, 1993. p. 237-248.

MORGAN, M. S.; MORRISON, M. **Models as mediators**. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

MORIN, E. **O método 4: as idéias: habitat, vida, costumes, organização**. 4. ed. Porto Alegre: Sulina, 2008.

_____. **Introdução ao pensamento complexo**. 3. ed. Porto Alegre: Sulina, 2007.

_____. **O método 1: a natureza da natureza**. 2. ed. Porto Alegre: Sulina, 2005(a).

_____. **O método 2: a vida da vida**. Porto Alegre: Sulinas, 2005(b).

_____. **Ciência com consciência**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996.

MOURA, T. M. M. **Metodologia do ensino superior: saberes e fazeres da/para a prática docente**. 2. ed. Maceió: EDUFAL, 2009.

NATIONAL COUNCIL OF TEACHERS OF MATHEMATICS. **Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics**. Tradução portuguesa dos Standards. Associação de Professores de Matemática e Instituto de Inovação Educacional, 1991.

NICOLESCU, B. **O manifesto da transdisciplinaridade**. São Paulo: Triom. 1999. p. 14-41.

NOGUEIRA, A. J. F. M. **Teoria geral da administração para o século XXI**. São Paulo: Ática, 2007.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D. B. **Aprender a aprender**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 1999.

NOVAK, J. D. **Aprender criar e utilizar o conhecimento: mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2000.

OLIVEIRA, P. A. J. **A aula de matemática como espaço epistemológico forte**. Disponível em: <<http://www.spce.org.pt/sem/03paulo-oliveira.pdf>>. Acessado em: 13 ago. 2007.

ONUCHIC, L. R. Ensino-aprendizagem de matemática através da resolução de problemas. In: BICUDO, M. A. V. (Org.). **Pesquisa em Educação Matemática: concepções e perspectivas**. São Paulo: Editora UNESP, 1999.

OSBORNE, J. Beyond constructivism. **Science Education**, Sydney, v.80, n. 1, p. 53-82, Jan. 1996.

PÁDUA, E. M. M. **Metodologia da Pesquisa: abordagem teórico prática**. 13. ed. São Paulo: Editora Papirus, 2007.

PAIVA, M. **Matemática**. São Paulo: Moderna, 1995. 3 v.

PASSMORE, J. **The Philosophy of Teaching**. London: Duckworth, 1980. p. 19-33. Disponível em: <<http://www.educ.fc.ul.pt/docentes/opombo/hfe/cadernos/ensinar/passmore.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2009.

PAVIANI, J. **Interdisciplinaridade: conceito e distinções**. Porto Alegre: Edições Pyr, 2005.

PÊCHEUX, M. Análise automática do discurso (AAD-69). In: GADET, F.; HAK, T (Org.). **Por uma análise automática do discurso: uma introdução à obra de Michel Pêcheux**. 2. ed. Campinas: Ed Unicamp, 1993. p. 61-105.

PEÑALOZA, V.; LIMA, R.; GUERRA, D. S. Atitudes em relação à matemática e enfoques de aprendizado em um curso de administração. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA EM ADMINISTRAÇÃO, 31., 2007, Rio de Janeiro. 2007. **Anais...** Rio de Janeiro, 2007.

PIAGET, J. The epistemology of interdisciplinary relationships. In: APOSTEL. L.; BERGER. G.; BRIGGS. A.; MICHAUD. G. **Interdisciplinarity**: problems of teaching and research in universities. França: Organisation for Economic Co-operation and Development, 1972.

PIETROCOLA, M. A matemática como estruturante do conhecimento físico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 19, p. 93-114, p. 89-109, ago. 2002.

POLYA, G. **A arte de resolver problemas**: um novo aspecto do método matemático. Rio de Janeiro: Interciência, 1995.

PONTE, J. P., BOAVIDA, A., GRAÇA, M.; ABRANTES, P. A natureza da matemática. In: _____. **Didáctica da Matemática**. Lisboa: DES do ME. 1997.

PORLÁN, R. Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, Sevilla, v. 16, n. 1, p. 175-185, 1998.

POSAMENTIER, A. S.; KRULIK, S. **Problem solving in mathematics, grades 3 – 6**: powerful strategies to deepen understanding. United States of America: Corwin, 2009.

ROSAMOND, B. Disciplinarity and the political economy of transformation: the epistemological politics of globalisation studies. **Review of International Political Economy**, United States, v. 13, n. 3, p. 516-532, 2006.

ROSNAY, J. Conceitos e operadores transversais. In: _____. **A religação dos saberes: o desafio do século XXI**. 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

SANTAMARIA, F. I. **La contextualización de la matemática en la escuela primaria de Holanda**. 2006. 138f. Tesis (Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales con orientación en Matemática) - Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue, Buenos Aires, 2006.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade**: o currículo integrado. Porto Alegre: Ed. Artes Médicas Sul, 1998.

SANTOS, A. K.; CAPELARI, R.; SPERANDIO, D. É relevante o estudo da matemática na formação do administrador contemporâneo? **ANGRAD**. Disponível em: <http://www.angrad.org.br/area_cientifica/artigos/e_relevante_o_estudo_da_matematica_na_formacao_do_administrador_contemporaneo/481/>. Acesso em: 1 fev. 2011.

SCHWARZ, B.; DREYFUS, T.; HERSHKOWITZ, R. **The nested epistemic actions model for abstraction in context**. Amsterdam: Elsevier, 2008.

SEVERINO, A. J. O conhecimento pedagógico e a interdisciplinaridade: o saber como intencionalização da prática. In: FAZENDA, I. C. A (Org.). **Didática e interdisciplinaridade**. Campinas: Papirus, 1998.

SILVA, J. J. **Filosofias da matemática**. Rio Claro: UNESP, 2007.

SILVA, M, **Avaliação da aprendizagem em educação *online***: fundamentos, interfaces e dispositivos, relato de experiências. São Paulo: Edições Loyola, 2006.

SILVA, S. M.; SILVA, E. M.; SILVA E. M. **Matemática**: para os cursos de economia, administração, ciências contábeis. 5. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

SMORYŃSKI, C. **History of mathematics**: a supplement. New York: Springer, 2008.

SOUZA, C.P, Avaliação da aprendizagem formadora/avaliação formadora da aprendizagem. In: BICUDO, M. A. V.; SILVA JÚNIOR, C.A (org.). **Formação do educador**: avaliação institucional, ensino e aprendizagem. V.4. São Paulo: Editora UNESP, 1999. (Seminários & Debates).

SUPPE, F. **The semantic conception of the theories and scientific realism**. Chicado: University of Illinois Press, 1989.

SUPPE, F. **The Structure of scientific theories**. Chicago: University of Illinois Press, 1977.

STANFORD encyclopedia of philosophy. Disponível em: <<http://plato.stanford.edu/entries/aristotle-metaphysics/>>. Acesso em: 19 jan. 2011.

TAYLOR, F. W. **Management científico**. Barcelona, Espanha: Oikos-tau, 1970.

TYMOCZKO, T. **New directions in the philosophy of mathematics**: an anthology. 2. ed. New Jersey: Princeton University Press, 1998.

TYMOCZKO, T. Structuralism and post-modernism in the philosophy of mathematics. In: ERNEST, P. **Mathematics, education and philosophy**: an international perspective. Studies in Mathematics Education Series. London: Routledge, v.3, 1996.

TREFFERS, A.; GOFFREE, F. Rational analysis of realistic mathematics education – the Wiskobas program. In: STREEFLAND, L. (ed.). **Proceedings of the Ninth International Conference for the Psychology of Mathematics Education**. Utrecht: Utrecht University, 1985. v. 2, p. 97-121.

VARGAS, M. A história da matematização da natureza. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 10, n. 28, p. 249-276, 1996.

VERAS, L. L. **Matemática aplicada à economia**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 1999.

WAGNER, P. Qu'est-ce que La théorie dès modeles? In: NOUVEL, P. **Enquête sur le concept de modèle**. France: Presses Universitaires de France, 2002.

WEBER, J. E. **Matemática para economia e administração**. 2. ed. São Paulo: Harbra – Harper & Row de Brasil, 1986.

WOOD JUNIOR, T.; CHUEKE, G. V. Ranking de produção científica em administração de empresas no Brasil. **Revista de Administração Mackenzie**, São Paulo, v. 9, n. 4, p. 13-31, 2008.

ZABALA, A. **A Prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 1998.

APÉNDICES

APÊNDICE A**ANÁLISE DA PROPOSTA PEDAGÓGICA – MATEMÁTICA**

1. A seu ver, os conteúdos matemáticos de função do 1º grau, função do 2º grau, função exponencial, logaritmos, sistemas de equações lineares e determinantes são relevantes para a formação de um administrador?

() Sim, são relevantes.

() Não, são irrelevantes

() Alguns são relevantes: _____

() Alguns são irrelevantes: _____

Comentário: _____

2. Os conteúdos matemáticos relacionados na questão 1 foram abordados de forma

() Clara.

() Confusa.

Comentário: _____

3. Os conteúdos matemáticos relacionados na questão 1 foram abordados de forma

() Correta.

() Incorreta.

Comentário: _____

4. Os conteúdos matemáticos relacionados na questão 1 foram abordados de forma

() Organizada.

() Desorganizada.

Comentário: _____

5. A “abordagem metodológica para uma integração conciliadora” adotada na proposta pedagógica conta com a resolução de problemas, isto é, os conhecimentos da administração e os matemáticos são explorados por meio de problemas contextualizados. Em sua opinião, essa abordagem metodológica de ensino é adequada para uma proposta de ensino introdutório de matemática voltado ao curso de administração?

() Sim, é totalmente adequada.

() Não, é uma metodologia de ensino inadequada.

6. Há algum conteúdo matemático que foi trabalhado no decorrer das aulas e que não foi devidamente explicitado?

- () Todos foram explicitados.
() Alguns não foram explicitados.

Comentário: _____

7. Em sua opinião houve interação interdisciplinar entre as áreas de administração e matemática?

- () Sim, houve.
() Não houve.
() Sim, em alguns momentos da proposta pedagógica: _____

Comentário: _____

8. Cada unidade de ensino da proposta pedagógica apresenta uma sequência didática cuja dinâmica de atividades é composta por duas etapas: intermediação I e II e autonomia.

Intermediação I: compreende o contato inicial com o assunto a ser estudado. Esse primeiro contato foi apresentado nessa proposta pedagógica em forma de problema contextualizado. A resolução desse problema é feita pelos alunos, inicialmente, sem a intervenção do professor, contando apenas com os conhecimentos prévios dos mesmos e, num segundo momento, com a intermediação direta do professor, não no sentido de transmitir o conhecimento, mas como responsável por analisar juntamente com os alunos o contexto do problema, as possíveis resoluções, apresentando ou mesmo lembrando alguns métodos que já foram sistematizados, e por isso, mostram-se mais eficientes e com resolução mais sintética.

Intermediação II: Nessa etapa a intermediação do professor diminui e a atividade do aluno vai aumentando gradativamente a cada atividade realizada. É proposta a realização de novos problemas aos alunos, envolvendo o mesmo objeto de estudo matemático, com seus contextos apresentando características similares ao problema trabalhado na intermediação I. Nesse momento, a iniciativa de resolução na forma sistematizada deve partir dos alunos, cabendo ao professor participar como orientador do processo de resolução.

Autonomia: compreende a autonomia de ação do aluno em relação ao conhecimento estudado em sala de aula. Nessa etapa, os alunos saem a campo para investigar e explorar contextos presentes em situações e fenômenos do complexo mundo da realidade física, a partir do conhecimento estudado em sala de aula. Esses contextos não são escolhidos de forma aleatória, os alunos são orientados a investigarem contextos similares aos estudados, tendo em vista a falta de conhecimento necessário para explorar toda gama de fenômenos e situações existentes na contextura do mundo físico. Nessa etapa, o professor atua como observador de todo processo e os alunos conquistam autonomia procedimental-metodológica, ou seja, eles determinam como proceder estratégica e metodologicamente mediante a dinâmica que permeia uma instituição ou empresa em análise.

Com o intuito de analisar a adequação das atividades apresentadas na proposta pedagógica, preencha o quadro a seguir.

ETAPA	AULA	CONTEÚDO E CONCEITOS TRABALHADOS	ADEQUADO	INADEQUADO	COMENTÁRIO
Primeira Unidade de Ensino					
Intermediação I	1 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliação diagnóstica • Função do 1º grau • Função custo total • Função receita total • Função lucro total 			
	3 ^a				
Intermediação II	4 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Função do 1º grau • Equação do 1º grau • Determinantes • Sistemas de equações lineares • Representação gráfica de função do 1º grau • Função custo total • Função receita total • Função lucro total • Função demanda • Função oferta • Ponto de nivelamento • Ponto de equilíbrio 			
	13 ^a				
Autonomia	14 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Função do 1º grau • Equação do 1º grau • Determinantes • Sistemas de equações lineares • Representação gráfica de função do 1º grau • Função custo total • Função receita total • Função lucro total • Função demanda • Função oferta • Ponto de nivelamento • Ponto de equilíbrio 			
	19 ^a				

Segunda Unidade de Ensino					
Intermediação I	20 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Função do 2º grau • Raízes da função do 2º grau • Vértice da parábola 			
	a 21 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Representação gráfica de uma função do 2º grau • Função produção • Função ganho 			
Intermediação II	22 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Função do 2º grau • Raízes da função do 2º grau • Vértice da parábola 			
	a 24 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • representação gráfica de uma função do 2º grau • Função produção • Função ganho 			
Autonomia	25 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Função do 2º grau • Raízes da função do 2º grau • Vértice da parábola 			
	a 29 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • representação gráfica de uma função do 2º grau • Função produção • Função ganho 			
Terceira Unidade de Ensino					
Intermediação I	30 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Função exponencial • Potência • Equação exponencial e logarítmica 			
	a 31 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Representação gráfica 			
Intermediação II	32 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Função exponencial • Potência • Equação exponencial e logarítmica 			
	a 37 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Representação gráfica 			
Autonomia	38 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Potência • Função exponencial • Equação exponencial e logarítmica 			
	a 43 ^a	<ul style="list-style-type: none"> • Representação gráfica 			

9. A seu ver, a estrutura da proposta pedagógica apresentada por meio das atividades que envolvem conteúdos e conceitos das áreas de matemática e administração está adequada?

() Sim, está adequada.

() Está parcialmente adequada, podendo ser alterada _____

10. Nas três unidades de ensino que compõem a proposta pedagógica há a produção de modelos matemáticos. No início e no desenvolvimento das unidades são trabalhados os modelos matemáticos contextualizados, referente ao contexto de cada problema estudado; já ao final de cada uma delas são encontrados os modelos matemáticos tipo-essência que representam a estrutura de cada objeto matemático trabalhado na unidade (função do 1º grau, função do 2º grau e função exponencial). A seu ver, o estudo desses modelos

() é relevante para um aluno de administração.

() não é relevante para um aluno de administração.

Comentário: _____

11. Em sua opinião, o trabalho desenvolvido com os modelos no decorrer da proposta pedagógica está

() Adequado.

() Parcialmente adequado.

() Inadequado.

Comentário: _____

12. A última etapa de atividades, em cada unidade de ensino da proposta pedagógica, consiste na interação com a complexa realidade do mundo físico, na qual há uma diversidade de variáveis coexistindo e interagindo de forma dinâmica num mesmo sistema complexo. Essa realidade destoa de atividades realizadas em sala de aula, nas quais o aluno recebe o conhecimento de forma sistematizada, organizada, com uma quantidade reduzida de variáveis. A seu ver, essa etapa proporciona ao aluno o contato com a complexidade que permeia o mundo físico e, em especial, com o trabalho de um administrador?

() Sim, proporciona o contato com a complexidade da realidade da administração.

() Sim, proporciona parcialmente o contato com a complexidade da administração.

() Não, não existe aproximação com a complexidade da realidade da administração.

Comentário: _____

13. Em sua opinião, o tempo destinado às atividades de cada aula é adequado, sabendo que cada aula contém 1h 40min de duração?

() Sim, é adequado.

() Não, é inadequado.

() Algumas aulas possuem tempo inadequado: _____

14. De acordo com sua experiência, a linguagem empregada nos problemas e nas atividades está adequada e coerente para uma turma de primeiro semestre de um curso de nível superior?

() Sim, está adequada.

() Não, está inadequada.

() Alguns termos são inadequados, tais como: _____

15. Há críticas ou sugestões que você queira evidenciar a respeito da proposta pedagógica?

APÊNDICE B**ANÁLISE DA PROPOSTA PEDAGÓGICA – ADMINISTRAÇÃO**

1. Em sua opinião é relevante que os alunos ingressos no curso de administração estudem e operacionalizem os conceitos de custo total, receita total, lucro total, função demanda, função oferta, ponto de equilíbrio, ponto de nivelamento, função salário, função produção, função ganho e função depreciação, abordados na proposta pedagógica?

() Sim, todos são relevantes.

() Não, todos são irrelevantes.

() Alguns são relevantes: _____

() Alguns são irrelevantes: _____

Comentário: _____

2. Os conceitos da administração relacionados na questão 1 foram abordados de forma

() Clara.

() Confusa.

Comentário: _____

3. Os conceitos da administração relacionados na questão 1 foram abordados de forma

() Correta.

() Incorreta.

Comentário: _____

4. Os conceitos da administração relacionados na questão 1 foram abordados de forma

() Organizada.

() Desorganizada.

Comentário: _____

5. A “abordagem metodológica para uma integração conciliadora” adotada na proposta pedagógica conta com a resolução de problemas, isto é, os conhecimentos da administração e os matemáticos são explorados por meio de problemas contextualizados. Em sua opinião, essa abordagem metodológica de ensino é adequada para uma proposta de ensino introdutório de matemática voltado ao curso de administração?

() Sim, é totalmente adequada.

() Não, é uma metodologia de ensino inadequada.

6. Há algum conceito da administração que foi trabalhado no decorrer das aulas e que não foi devidamente explicitado como conteúdo da área de administração?

- () Todos foram explicitados.
 () Alguns não foram explicitados.

Comentário: _____

7. A proposta pedagógica possui a seguinte estrutura de conteúdos:

ORDEM	CONTEÚDO DA ADMINISTRAÇÃO	CONTEÚDO MATEMÁTICO
1º	<ul style="list-style-type: none"> • Função custo total • Função receita total • Função lucro total • Ponto de nivelamento 	<ul style="list-style-type: none"> • Função do 1º grau • Equação do 1º grau • Sistemas de equações lineares • Determinante • Representação gráfica de função do 1º grau
	<ul style="list-style-type: none"> • Função demanda • Função oferta • Ponto de equilíbrio 	
2º	<ul style="list-style-type: none"> • Função produção • Função ganho 	<ul style="list-style-type: none"> • Função do 2º grau • Equação do 2º grau • Raízes da equação do 2º grau • Vértice de uma parábola • Representação gráfica de função do 2º grau
3º	<ul style="list-style-type: none"> • Função de crescimento exponencial • Função vendas • Função de juros compostos • Função de montante composto • Função de desconto composto • Função depreciação 	<ul style="list-style-type: none"> • Função exponencial • Equação exponencial • Representação gráfica de função exponencial • Logaritmo • Equação logarítmica

Em sua opinião, a ordem dessa estrutura está adequada?

- () Sim, está adequada.
 () Não, seria interessante mudar essa ordem.

Comentário: _____

8. A seu ver os conteúdos matemáticos de função do 1º grau, função do 2º grau, função exponencial, logaritmos, sistemas de equações lineares são relevantes para a formação de um administrador?

- () Sim, são relevantes.
 () Não, são irrelevantes.
 () Alguns são relevantes: _____
 () Alguns são irrelevantes: _____

Comentário: _____

9. Em sua opinião, houve interação interdisciplinar entre as áreas de administração e matemática?

() Sim, houve.

() Não houve.

() Sim, em alguns momentos da proposta pedagógica: _____

Comentário: _____

10. Nas três unidades de ensino que compõem a proposta pedagógica há a produção de modelos matemáticos. No início e no desenvolvimento das unidades são trabalhados os modelos matemáticos contextualizados, referentes ao contexto de cada problema estudado; já ao final de cada uma delas são encontrados os modelos matemáticos tipo-essência que representam a estrutura de cada objeto matemático trabalhado na unidade (função do 1º grau, função do 2º grau e função exponencial). A seu ver, o estudo desses modelos

() é relevante para um aluno de administração.

() não é relevante para um aluno de administração.

Comentário: _____

11. Em sua opinião, o trabalho desenvolvido com os modelos no decorrer da proposta pedagógica está

() Adequado.

() Parcialmente adequado.

() Inadequado.

Comentário: _____

12. A última etapa de atividades em cada unidade de ensino da proposta pedagógica consiste na interação com a complexa realidade do mundo físico, na qual há uma diversidade de variáveis coexistindo e interagindo de forma dinâmica num mesmo sistema complexo. Essa realidade destoa das atividades realizadas em sala de aula, nas quais o aluno recebe o conhecimento de forma sistematizada, organizada, com uma quantidade reduzida de variáveis. A seu ver, essa etapa proporciona ao aluno o contato com a complexidade que permeia o mundo físico e, em especial, com o trabalho de um administrador?

() Sim, proporciona o contato com a complexidade da realidade da administração.

() Sim, proporciona parcialmente o contato com a complexidade da administração.

() Não, não existe aproximação com a complexidade da realidade da administração.

APÊNDICE C

GUIA PARA ANÁLISE DA PROPOSTA PEDAGÓGICA

Essa proposta pedagógica é produto de uma tese de doutorado produzida com o intuito de investigar a relevância do ensino introdutório de matemática no curso de administração face à complexa realidade que permeia o contexto sócio-cultural hodierno, bem como analisar e pesquisar a adequação dos conteúdos matemáticos, segundo um caráter interdisciplinar.

A proposta pedagógica foi criada para ser aplicada como ensino inicial de matemática para a formação em administração. Nossos principais objetivos com essa proposta são:

- Lembrar e/ou promover a aprendizagem do conhecimento matemático, proporcionado no ensino básico, considerado fundamental para o exercício de atividade acadêmica e profissional do aluno do curso de administração;
- Proporcionar um ensino interdisciplinar entre o conhecimento matemático e o da administração;
- Proporcionar um ensino que envolva a complexidade da realidade da administração;
- Estimular a aprendizagem do conhecimento matemático, referente às funções matemáticas, considerado essencial à formação do administrador.

Assim, para que a análise da proposta pedagógica ocorra de modo efetivo é relevante que a estrutura da mesma seja compreendida plenamente. Desse modo, antes de sua apresentação julgamos necessário o conhecimento de alguns aspectos estruturais por parte do avaliador, como apresentado a seguir:

a) Aspectos Gerais da Proposta Pedagógica

Os conteúdos matemáticos relacionados às funções, selecionados para integrar a proposta, foram escolhidos por satisfazerem a diretriz curricular nacional do curso de administração. Esse conteúdo contribui de modo efetivo e facilitador para a obtenção de modelos matemáticos integrados com a área da administração, além de serem considerados fundamentais para o exercício da atividade de um administrador.

Os problemas e as atividades foram produzidos, em sua maioria, pela proponente da proposta. As atividades ou problemas que foram retirados de livros da área se encontram devidamente referenciados no decorrer das aulas.

b) Aspectos Estruturais da Proposta Pedagógica

Com relação à estrutura, a proposta pedagógica está dividida em três unidades de ensino:

- Primeira unidade de ensino: envolve os assuntos de função do 1º grau, função custo total, função receita total, função lucro total, ponto de nivelamento, função demanda, função oferta, ponto de equilíbrio, sistemas de equações lineares, determinante, equação do 1º grau e representação gráfica de função do 1º grau.
- Segunda unidade de ensino: envolve os assuntos de função do 2º grau, função produção, função ganho, equação do 2º grau, raízes de uma equação do 2º grau, vértice de uma parábola e representação gráfica de função do 2º grau.
- Terceira unidade de ensino: envolve os assuntos de função exponencial, logaritmo, função de crescimento exponencial, função vendas, função de juros compostos, função de desconto composto, função depreciação, equação exponencial e logarítmica e representação gráfica de função exponencial.

As unidades de ensino estão estruturadas por aulas, sendo que a primeira contém dezenove aulas, a segunda, dez e a terceira, quatorze. Cada aula contém um horário duplo (1h 40min), o que acaba gerando um total de 86 h/a para a proposta toda. Essa quantidade de hora/aula é condizente com a grade curricular do curso de administração da instituição de ensino no qual a proposta será aplicada.

As atividades produzidas para cada aula são precedidas de uma ficha de orientação para a condução da aula, destinada ao professor. Nessa ficha constam os seguintes itens: número da aula; quantidade da carga horária; data; etapa da sequência didática; objetivo da aula; objetos matemáticos envolvidos na aula; conceitos da administração envolvidos na aula; a especificação do problema ou da atividade a ser trabalhada na aula; o papel do professor como orientador/intermediador ou observador da atividade; uma explanação a respeito da atividade; a estratégia de ação no desenvolvimento da aula e a avaliação envolvida na atividade.

Cada unidade de ensino apresenta-se estruturada de acordo com a sequência didática fundamentada na abordagem metodologia para uma integração conciliadora que contém duas etapas: intermediação I e II, e autonomia procedimental-metodológica.

c) Aspectos Metodológicos da Proposta Pedagógica

Essa proposta fundamenta-se na *abordagem metodológica para uma integração conciliadora*. Como o próprio nome indica, promove uma integração dinâmica entre os elementos do circuito retrorrecursivo, que é composto pelo conhecimento

matemático, professor, aluno, interdisciplinaridade e contexturas da redução e complexidade, articulando diferentes aspectos inerentes a cada elemento de modo conciliador, como apresentado na figura 1.

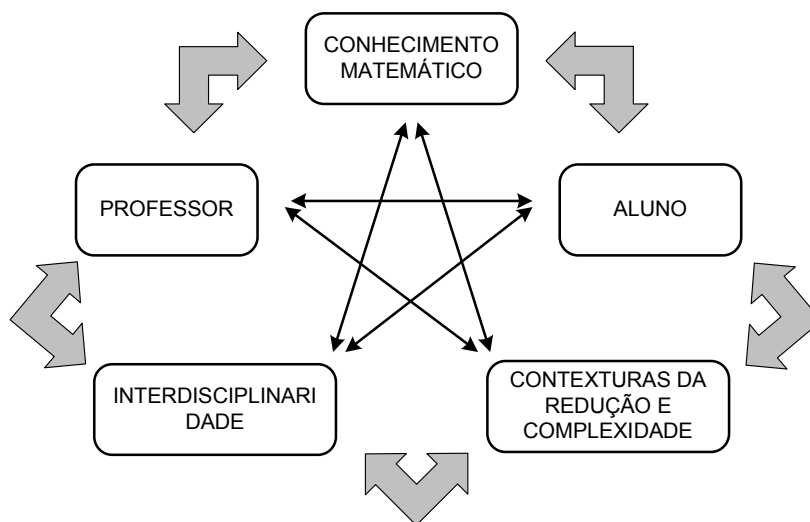


Figura 1: Circuito retrorrecursivo que fundamenta a abordagem metodológica para uma integração conciliadora
Fonte: do autor

Essa abordagem fundamenta-se na interação constante entre os cinco elementos que compõem o circuito retrorrecursivo apresentado na figura 1. Sua utilização implica em uma mudança qualitativa na forma de trabalho dos professores no sentido de atuarem como mediadores interdisciplinares na relação que pode se estabelecer entre o conhecimento matemático, o conhecimento de outras áreas da ciência e o aluno. Destarte, faz-se necessário que o professor se aproprie de conhecimentos mínimos de outras áreas, que não a sua, para poder transitar com os conhecimentos matemáticos de modo coerente, correto e atuarem inicialmente como mediadores/orientadores entre os conhecimentos teóricos e o aluno, e, posteriormente, como observadores da interação do aluno com os conhecimentos teóricos e a realidade complexa do mundo físico de forma autônoma.

A abordagem metodológica para uma integração conciliadora compreende três fases:

- Confrontação
- Teorização
- Atuação investigativa

A *confrontação* envolve a fase de sensibilização dos alunos, na qual eles são confrontados com um problema ou uma situação que envolva o estudo de determinado

fenômeno. Ao serem defrontados com um problema que necessita de solução, os alunos tendem a resolvê-lo segundo o conhecimento que possuem. E é essa a ideia!

A principal característica dessa fase é a de estimular o aluno a envolver-se com o conhecimento, daí a importância da escolha adequada do primeiro problema a ser apresentado aos alunos.

A escolha desse primeiro contexto a ser explorado deve ser a única intervenção do professor, nesse primeiro momento da atividade pedagógica. Isso quer dizer que a resolução do problema deve ser realizada estritamente pelo(s) aluno(s), a partir de seus conhecimentos prévios, sem a interferência do professor.

Num segundo momento dessa fase, o professor deixa de ser um expectador e passa a desempenhar um papel de intermediador entre o conhecimento teórico sistematizado e o aluno. Nesse momento, a resolução sistematizada de modo mais sintético é empregada, cabendo ao professor intermediar junto aos alunos tal conhecimento. Não se trata de transmitir conhecimento, métodos ou técnicas já descobertos, mas sim de analisar e refletir sobre o conhecimento adequado à solução do problema. Para alguns alunos esse momento pode ser de “resgate” de conhecimentos já estudados e, para outros, de aprendizagem.

A fase da *teorização*, subsequente à confrontação, demarca o processo no qual se dá o desenvolvimento da matematização por parte dos alunos. Nessa fase são propostas novas contextualizações em forma de problemas, envolvendo o mesmo objeto matemático com interação interdisciplinar entre as áreas de conhecimento em estudo, nesse caso, as áreas de administração e matemática.

O processo de matematização realizado no segundo momento da primeira fase, cujo protagonista em ação era o professor, passa agora a ser desenvolvido pelos alunos, seguindo os mesmos passos propostos, ou seja, leitura e a interpretação do contexto do problema; análise das variáveis contidas no contexto; identificação da matemática específica para análise do contexto; reconhecimento da existência de relações entre essas variáveis; descoberta de regularidades inerentes ao contexto; representação dessas regularidades em forma de modelos matemáticos contextualizados; análise dos diferentes modelos matemáticos contextualizados; reconhecimento da existência de similaridades na estrutura desses modelos matemáticos contextualizados; estabelecimento de generalizações a partir da análise estrutural dos modelos encontrados; reconhecimento da existência de um padrão presente nas estruturas dos modelos; representação do padrão de generalização em forma de modelos matemáticos tipo-essência.

A realização dessas atividades não se dá de forma aleatória, há um *continuum* que principia pela leitura do contexto de um problema, passa por um processo de matematização e finda com a identificação do modelo matemático tipo-essência do objeto

matemático. Todavia, as atividades acima descritas não estão engessadas, há flexibilidade durante o processo, algumas atividades matemáticas podem ser inseridas e outras desconsideradas, segundo a necessidade de desenvolvimento de cada aluno ou do conhecimento matemático trabalhado. Todo esse processo é realizado a cada estudo de um novo objeto matemático⁴².

Nesse sentido, o aluno pode concentrar sua atenção na matematização do objeto matemático e na ação interdisciplinar que ocorre em cada contexto de problema estudado, porém não é essa a situação que um aluno egresso encontrará no exercício de sua profissão.

Como profissional, o egresso se encontrará imerso na contextura da complexidade, na qual há uma enorme diversidade de variáveis interagindo constantemente, estabelecendo as mais díspares relações. E como preparar um aluno para enfrentar as situações presentes na complexidade do mundo físico?

Uma alternativa proposta na abordagem metodológica para uma integração conciliadora é apresentada em sua terceira fase, a qual compreende a atuação investigativa.

A *atuação investigativa*, terceira fase da presente abordagem metodológica, compreende o enfrentamento com a complexidade que permeia o mundo da realidade física.

Assim, nessa fase é proposto que os alunos extrapolem os muros das instituições de ensino e saiam a campo com o objetivo de investigar contexturas presentes em situações e fenômenos do mundo real complexo.

As investigações não devem desenvolver-se aleatoriamente, mas sim conduzidas pelo objeto matemático em estudo. Desse modo, os alunos procurarão investigar situações reais presentes em empresas, fábricas, lojas, entre outros, que apresentem características similares aos contextos (conceitos e objetos matemáticos) estudados em sala de aula.

Na ação investigativa, os alunos adquirem autonomia procedimental-metodológica, com o professor atuando basicamente como observador de todo processo.

Foi apresentada até o momento a fundamentação epistemológica da abordagem metodológica para uma integração conciliadora, porém sua aplicação demanda cuidados didático-pedagógicos que envolvem a construção de uma sequência didática compatível com sua natureza.

Destarte, guiado pela estrutura dessa abordagem foi desenvolvida uma sequência didática com o objetivo de viabilizar o ensino do conhecimento matemático

⁴² Reconhecemos como objeto matemático os assuntos ou conhecimentos matemáticos, tais como, Função do 1º Grau, Função Exponencial, entre outros.

mediante ação interdisciplinar com outras áreas do conhecimento e, conseqüentemente, propiciar condições para que ocorra aprendizagem por parte dos alunos.

Sequência Didática

i) Intermediação I

1. Contato inicial com o assunto: problema contextualizado

Propõe-se um problema para que em grupo os alunos possam resolvê-lo com os conhecimentos prévios que possuem, sem a intervenção do professor.

2. Matemáticação: modelos matemáticos contextualizados

O professor e os alunos analisam os possíveis processos de resoluções buscando compreendê-los e, também, tentam encontrar métodos sistematizados mais concisos e rápidos para resolvê-los. Esses métodos foram criados e desenvolvidos a partir de teorias científicas, ao longo do tempo. Alguns passos podem ser realizados com a iniciativa do professor:

- e. Análise dos dados existentes no contexto do problema e seleção das variáveis necessárias ao estudo;
- f. Estabelecimento de relações, articulações e regularidades entre as variáveis;
- g. Obtenção de modelos matemáticos contextualizados;
- h. Análise do resultado.

3. Investigação: reconhecimento dos conceitos das áreas

- Discussão a respeito dos conceitos envolvidos na contextualização e do objeto matemático em estudo: nome, características, necessidade desse objeto matemático para a área em estudo, entre outros.
- Pesquisa em livros, revistas, *sites*, entre outros, a respeito dos conceitos dos objetos atinentes às áreas em estudo. A pesquisa deve ser devidamente referenciada.

4. Avaliação:

- Realização do problema contextualizado: análise da matemáticação;
- Realização do problema com método sistematizado: análise da matemáticação;
- Envolvimento com a reflexão e realização da investigação extraclasse dos conceitos estudados.

ii) Intermediação II

1. Desenvolvimento da matemáticação: resolução de problemas

Resolução de outros problemas envolvendo o mesmo objeto de estudo matemático, cujos contextos apresentem as mesmas características do primeiro problema. Os mesmos passos

apresentados na inicialização são realizados, porém a iniciativa de resolução, na forma sistematizada, parte dos alunos, com o professor participando como orientador do processo de resolução:

- e. Análise dos dados existentes no contexto do problema e seleção das variáveis necessárias ao estudo;
- f. Estabelecimento de relações, articulações e regularidades entre as variáveis;
- g. Obtenção de modelos matemáticos contextualizados;
- h. Análise do resultado obtido.

1.1 Atividade complementar: envolve a realização de uma atividade complementar, individualmente, compreendendo alguns problemas ou atividades similares aos trabalhados até então, com o intuito de fixar a matematização desenvolvida nessa etapa e, também, avaliar como cada aluno tem desenvolvido sua matematização.

2. Investigação-Reflexão:

Socialização das informações obtidas na investigação da etapa anterior: análise dos conceitos da área explorada e do objeto matemático. Discussão a respeito da necessidade e da importância desse objeto matemático para a área em estudo e da ação interdisciplinar estabelecida.

3. Modelos matemáticos tipo-essência: descontextualização do objeto matemático

Faz-se uma análise entre os modelos matemáticos contextualizados obtidos em todos os problemas resolvidos e, por analogia, obtém-se a identificação da estrutura do objeto matemático explorado. Esse processo marca a descontextualização do objeto matemático, cuja estrutura é representada por seu modelo matemático tipo-essência. O estudo do conceito e das propriedades desse objeto matemático é fundamental nessa fase.

4. Avaliação:

- Realização dos problemas propostos: análise da matematização;
- Realização da atividade complementar;
- Envolvimento com a investigação-reflexão;
- Obtenção do modelo matemático tipo-essência: análise da matematização;

iii) Autonomia Procedimental-Metodológica

1. Investigação de campo:

Os alunos investigam contextos presentes em situações e fenômenos do mundo físico complexo que apresentem características similares aos contextos (conceitos e objetos matemáticos) explorados em sala de aula. Nessa etapa os alunos adquirem autonomia procedimental-metodológica, com o professor atuando como observador e, se necessário, como orientador do processo.

2. Percepção de análise de uma situação ou fenômeno:

A partir dos conhecimentos teóricos aprendidos até então, os alunos selecionam um contexto específico para explorar, realizam a coleta dos dados e produzem o contexto de um problema.

3. Produção de modelos matemáticos contextualizados ou recontextualização dos modelos matemáticos tipo-essência:

Procedimento mínimo esperado:

- g. Análise dos dados existentes no contexto do problema ou do fenômeno;
- h. Seleção de variáveis relevantes e formulação do contexto do problema;
- i. Identificação do objeto matemático inerente ao contexto do problema;
- j. Construção do modelo matemático contextualizado ou recontextualização do modelo matemático tipo-essência intrínseco ao objeto matemático, por meio da aplicação dos valores quantitativos das variáveis contidas no contexto do problema;
- k. Análise dos resultados obtidos. Caso os resultados não se apresentem satisfatórios ao contexto do problema e à contextura física complexa, faz-se necessário retomar a seleção de variáveis para analisar se elas são adequadas à investigação. Se não forem, é necessário identificar outras e reiniciar o processo de análise;
- l. Produção de um contexto escrito que apresente toda a investigação realizada no campo e também sua matematização.

4. Reflexão:

Refletir e discutir a respeito da importância/necessidade de estudo de contextos específicos encontrados em contexturas do mundo físico complexo, segundo uma interação interdisciplinar entre o conhecimento matemático e os conhecimentos inerentes a outras áreas.

5. Avaliação:

- Realização da investigação de campo;
- Análise do trabalho escrito a respeito da investigação de campo;
- Discussão avaliativa realizada pelo professor e pelos alunos, a respeito de todo trabalho desenvolvido na disciplina.

APÊNDICE D

CURSO DE ADMINISTRAÇÃO**AVALIAÇÃO DIAGNÓSTICA****Disciplina:** MATEMÁTICA**Turma:****Professor:** Ma. SIMONE LUCCAS**Data:****Aluno:**

Atenção: Todo e qualquer cálculo deve ser deixado na avaliação.

1. Paulo, vendedor de materiais de construção, recebe mensalmente seu salário em duas partes, sendo uma fixa, no valor de R\$ 500,00, e outra variável, correspondendo a 5% do total de vendas efetuadas no mês. A partir dessas informações responda:

- Qual seria o salário de Paulo se ele conseguisse vender R\$ 7.500,00 de material de construção?
- Para receber um salário de R\$ 2.400,00, quanto Paulo deveria vender no mês?
- Qual é a lei ou o modelo matemático que expressa o salário de Paulo?

2. Para uma festa foram vendidos 100 convites e foram arrecadados R\$ 700,00. O preço do convite é de R\$ 10,00 para adultos e R\$ 5,00 para crianças. Quantos adultos e quantas crianças estavam na festa?

3. Resolva as equações:

$$2x + 15 = -x - 3$$

$$x^2 - 5x + 6 = 0$$

$$2^x = 32$$

CURSO DE ADMINISTRAÇÃO

Disciplina: MATEMÁTICA	Turma:
Professor: Ma. SIMONE LUCCAS	Data:
Aluno: _____	
Aluno: _____	
Aluno: _____	
Aluno: _____	
Aluno: _____	

BUFFET REALITY

O buffet Reality, especializado em festas de aniversário e famoso pela prestação eficiente de serviços há 18 anos no ramo de festas, oferece uma variedade de produtos que inclui salgados, doces, bolos e bebidas. O buffet conta com sede própria capaz de comportar 300 convidados e cobra o valor de R\$ 28,00 por pessoa, independentemente de ser criança ou adulto.

Atualmente o buffet terceiriza a produção de seus produtos pagando por um cento de salgados o equivalente a R\$ 14,00; por um cento de doces, R\$ 26,00 e R\$ 15,00 pelo quilo do bolo, independente do sabor a ser escolhido pelo cliente. Além disso, trabalha-se com dois tipos de bebidas, sendo a bebida 1 equivalente a água, sucos e refrigerantes, cujo custo atual é de R\$ 2,60 por pessoa; e, a bebida 2, que inclui água, refrigerante, suco, vinho, cerveja e whisky, cujo custo é de R\$ 5,80 por pessoa.

Para ter uma noção de quantos salgados, doces e bolo devem ser encomendados por evento, o gerente efetua seus cálculos a partir do consumo médio de uma pessoa. Segundo informações cedidas por ele, uma pessoa consome em média 9 unidades de salgados, 5 unidades de doces e 150 gramas de bolo.

O buffet, após a realização de uma campanha de marketing, obteve um aumento significativo na quantidade de eventos agendados para o ano todo. Somente no mês de abril estão agendados os seguintes eventos:

Data do evento	Quantidade de participantes do evento	Especificações
03/04	95	Salgados, bolo, bebida 2
04/04	82	Salgados, doces, bolo, bebida 2
05/04	54	Salgados, doces, bolo, bebida 1
08/04	78	Salgados, doces, bolo, bebida 1
09/04	50	Salgados, bolo, bebida 2
12/04	86	Salgados, doces, bolo, bebida 2
13/04	280	Salgados, doces, bebida 1
15/04	65	Salgados, doces, bolo, bebida 2
17/04	32	Salgados, doces, bebida 2
18/04	140	Salgados, doces, bolo, bebida 2
19/04	45	Salgados, doces, bolo, bebida 1
20/04	180	Salgados, doces, bolo, bebida 2
25/04	240	Salgados, doces, bolo, bebida 1
26/04	70	Salgados, doces, bolo, bebida 1

A partir das informações acima expostas e com a intenção de planejar melhor não somente suas ações, mas também o controle administrativo financeiro do Buffet Reality, o gerente realiza diversos cálculos, como o valor que o cliente deve pagar pelo evento, o custo que o buffet terá por evento, o custo de todos os eventos do mês de abril e, também, o lucro a ser obtido por evento e por todos os eventos do mês de abril.

Como o gerente pode encontrar tais valores?

OBS.: Para acesso aos dados completos desse apêndice entrar em contato com a autora da tese. Preservado por questão de direitos autorais.

APÊNDICE E
QUADRO DE IDENTIFICAÇÃO DOS PROFESSORES

Dados Pessoais	
Nome: _____	
Telefone: _____	E-mail: _____
Formação Acadêmica	
Graduação:	

Pós-Graduação:	
<input type="checkbox"/> Especialização	Área: _____
<input type="checkbox"/> Mestrado	Área: _____
<input type="checkbox"/> Doutorado	Área: _____
Experiência na docência	
Ensino Básico	
<input type="checkbox"/> Ensino Fundamental	Tempo (anos): _____
<input type="checkbox"/> Ensino Médio	Tempo (anos): _____
Ensino Superior	
Administrativo Função: _____	Tempo (anos): _____
Docência <input type="checkbox"/> Curso de Administração	Tempo (anos): _____
<input type="checkbox"/> Outros Cursos: _____	Tempo (anos): _____
_____	Tempo (anos): _____
_____	Tempo (anos): _____
_____	Tempo (anos): _____
_____	Tempo (anos): _____
Consentimento	
<p>Diante do compromisso ético de mantermos preservada sua identidade, você concorda em participar da análise desta proposta pedagógica, tendo em vista que os dados coletados serão objeto de estudo da pesquisadora e poderão ser divulgados em futuras publicações científicas?</p>	
<p><input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não Assinatura: _____</p>	
Uso do Pesquisador	
Código: _____	
Local: _____	

APÊNDICE F
TERMO DE CONSETIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Com o objetivo de realizar um estudo acerca das contribuições do ensino da matemática, gostaria de contar com sua colaboração no preenchimento do questionário abaixo, bem como com a autorização para análise das atividades desenvolvidas em sala de aula, na disciplina de matemática, do curso de administração, ministrada no primeiro semestre do ano de 2010, na Faculdade Catuaí. O objetivo desse estudo é coletar dados a respeito da aplicação de uma proposta pedagógica de ensino introdutório da matemática voltada especificamente para cursos de administração. Ao autorizá-lo, estará contribuindo com a pesquisa e concordando com futuras publicações dos dados fornecidos. Sua identidade será mantida em sigilo.

Obrigada!

CARACTERIZAÇÃO

1) Gênero: () Feminino () Masculino

2) Qual foi o último ano em que frequentou uma instituição escolar?

3) Possui outra formação acadêmica?

() Sim () Não

Em caso afirmativo, especifique o curso _____

4) Quando decidiu cursar administração você sabia que iria estudar a disciplina de matemática?

() Sim () Não

5) Em sua opinião a disciplina de matemática pode contribuir para a formação de um administrador?

() Sim () Não

CONSENTIMENTO

NOME:

Diante do compromisso ético de mantermos preservada sua identidade, você concorda em participar desta pesquisa uma vez que os dados coletados serão objeto de estudo e poderão ser divulgados em futuras publicações científicas?

() Sim () Não Assinatura: _____

Local: Cambé

Data:

Código:

ANEXOS

ANEXO A

Educação de Executivos

FT.COM Executive Education - customised - 2010
FINANCIAL TIMES FT.com Business School Rankings

Rank in 2010	Rank in 2009	Rank in 2008	Average rank (3 years)	School	Country	Preparation rank	Programme design rank	Teaching methods & materials rank	Faculty rank	New skills & learning rank	Follow-up rank	Alma achieved rank	Facilities rank	Value for money rank	Future use rank	International clients rank	International participants rank	Overseas programmes rank	Partner schools rank	Faculty diversity rank	Total Responses (1)	Custom Revenue (\$Millions) (2)
1	1	1	1	Duke Corporate Education	U.S.A. / South Africa / U.K. / India	1	1	1	1	2	11	9	12	6	9	7	12	2	9	12	38 (3)	-
2	2	5	3	HEC Paris	France	2	2	2	2	1	1	1	10	1	2	32	8	23	18	8	50 (3)	-
3	3	4	3	Harvard Business School	U.S.A.	3	4	3	4	3	7	2	2	2	6	29	13	55	45	27	38 (3)	101.4 ⁽²⁾
3	8	25	12	Esade Business School	Spain	4	3	4	3	12	10	4	8	18	5	6	9	17	7	22	33 (3)	18.2 ⁽²⁾
5	4	2	4	IMD	Switzerland	7	11	7	10	13	30	7	5	12	14	8	1	25	14	3	42 (3)	-
6	14	24	15	Center for Creative Leadership	U.S.A. / Belgium / Singapore	12	25	5	6	6	18	5	1	7	4	26	10	31	28	45	25 (3)	-
7	13	21	14	Cranfield School of Management	U.K.	11	13	9	15	19	8	16	37	26	24	10	4	1	2	17	54 (3)	-
8	5	20	11	Insead	France / Singapore	30	18	12	12	15	13	9	16	27	21	5	3	20	5	4	37 (3)	-
8	16	29	18	Fundação Dom Cabral	Brazil	5	10	11	11	8	4	15	9	3	7	54	46	45	11	42	32 (3)	33.0 ⁽²⁾
10	6	8	8	University of Pennsylvania: Wharton	U.S.A.	17	7	22	16	5	32	6	17	17	10	16	20	19	4	44	30 (3)	-
11	10	11	11	Ipsos	Mexico	6	5	6	9	4	24	8	7	4	27	57	63	55	32	63	30 (3)	-
12	11	6	10	Babson College: Olin	U.S.A.	29	8	13	5	10	12	18	21	8	19	41	41	21	53	46	32 (3)	-
13	15	35	21	Essec Business School	France / Singapore	21	22	30	20	16	2	10	39	21	29	34	14	3	24	14	30 (3)	-
13	27	34	25	Inspira - Ibmec São Paulo	Brazil	8	12	16	19	11	34	12	3	13	1	35	62	48	14	54	18 (3)	5.5
15	6	9	10	Iese Business School	Spain	28	33	32	33	42	23	37	15	39	22	4	7	4	1	1	51 (3)	12.0 ⁽²⁾
16	11	11	13	Ashridge	U.K.	25	17	17	22	23	22	17	28	28	31	27	5	6	35	7	41 (3)	35.7 ⁽²⁾
17	32	27	25	Boston University School of Management	U.S.A.	10	16	15	14	14	48	14	9	8	23	27	52	37	32	31 (3)	-	
18	-	11	-	IAE Business School	Argentina	24	30	8	29	25	50	19	4	11	33	2	23	18	17	23	24 (2)	2.8 ⁽²⁾
18	8	2	9	Northwestern University: Kellogg	U.S.A.	9	6	14	17	9	27	20	22	5	34	50	39	55	45	27	36 (3)	-
18	28	41	29	IE Business School	Spain	14	14	19	25	20	5	13	31	16	20	49	45	27	25	9	64 (3)	5.9 ⁽²⁾
21	32	37	30	University of Oxford: Saïd	U.K.	26	15	24	23	18	9	22	36	29	25	19	28	11	10	34	40 (3)	13.3 ⁽²⁾
22	19	7	16	University of Chicago: Booth	U.S.A. / U.K. / Singapore	18	32	25	18	24	20	24	13	20	18	12	17	47	20	54	29 (3)	-
23	18	16	19	SDA Bocconi	Italy	23	26	29	31	22	6	26	38	19	16	36	37	51	13	19	48 (3)	16.7 ⁽²⁾
24	24	9	19	Thunderbird School of Global Management	U.S.A.	13	21	18	8	40	62	27	29	15	39	1	55	42	53	2	33 (3)	-
25	28	19	24	Columbia Business School	U.S.A.	20	9	21	13	7	40	11	54	30	42	22	43	55	28	41	25 (3)	-
25	26	25	25	Indiana University: Kelley	U.S.A.	16	29	34	21	33	3	28	20	10	26	33	38	46	43	48	26 (3)	-
27	-	37	-	ESCP Europe	France / U.K. / Germany / Spain / Italy	33	43	26	26	17	39	23	19	42	11	31	2	30	36	10	30 (2)	-
27	21	30	26	University of Western Ontario: Ivey	Canada / China	31	24	23	7	31	37	31	18	25	28	21	34	55	45	34	28 (3)	-
29	17	23	23	University of North Carolina: Kenan-Flagler	U.S.A.	19	19	31	24	37	28	29	11	14	41	58	22	40	53	26	28 (3)	14.8 ⁽²⁾
30	25	27	27	London Business School	U.K.	44	31	42	32	34	54	25	42	53	13	3	6	5	26	12	31 (3)	-
31	38	22	30	Emory University: Goizueta	U.S.A.	22	34	20	27	21	14	21	25	24	44	54	16	42	43	54	24 (3)	-
32	40	53	42	Rotterdam School of Management, Erasmus University	Netherlands	38	37	28	37	26	15	44	51	37	40	9	18	8	28	20	37 (3)	-
33	31	16	27	MIT Sloan School of Management	U.S.A.	15	20	27	28	35	56	39	49	38	43	12	29	28	53	46	19 (3)	15.0 ⁽²⁾
34	44	-	-	ESMT European School of Management and Technology	Germany	34	23	37	35	56	33	35	23	31	35	47	21	16	45	34	23 (2)	8.4 ⁽²⁾
35	47	57	46	Australian School of Business: AGSM	Australia	35	50	33	38	32	31	42	26	41	59	18	33	37	45	10	21 (3)	-

36	-	48	-	Universidad Adolfo Ibanez	Chile	37	40	10	36	27	47	43	43	22	48	14	50	53	53	34	16 (2)	-
36	45	54	45	MBS - Mt. Eliza Executive Education	Australia	46	36	40	34	38	17	32	52	43	36	42	49	26	6	16	37 (3)	16.8 ⁽¹⁾
38	37	42	39	EM Lyon Business School	France	27	39	36	30	36	52	48	56	44	15	40	25	11	26	15	25 (5)	5.5
38	41	51	43	University of Pretoria: GIBS	South Africa	36	42	35	49	45	60	33	32	32	17	37	24	33	18	34	34 (3)	-
40	22	11	24	Stockholm School of Economics	Sweden / Russia	47	45	41	39	46	19	36	35	36	46	42	11	15	8	58	40 (5)	9.3
40	32	46	39	Universität St.Gallen	Switzerland	32	44	35	42	54	43	47	6	57	38	38	36	7	28	34	36 (3)	5.3
42	30	53	55	Stanford University GSB	U.S.A.	53	35	43	48	30	46	34	30	49	32	20	47	38	45	43	30 (5)	-
43	38	47	43	Católica Lisbon School of Business and Economics	Portugal	38	47	49	47	43	36	38	34	35	9	46	61	55	53	52	46 (3)	3.7
43	50	48	47	Edhec Business School	France	42	27	48	44	44	21	46	24	50	47	52	35	12	42	18	25 (3)	2.2
45	54	64	54	Warwick Business School	U.K.	40	41	45	41	28	38	45	41	48	30	61	56	37	53	25	27 (5)	7.2 ⁽¹⁾
46	-	42	-	Henley Business School	U.K.	45	38	44	43	39	42	41	47	52	50	15	30	36	32	49	26 (2)	-
47	36	36	40	TiasMimbar Business School, Tilburg University	Netherlands	48	46	52	50	49	29	50	45	40	23	61	26	9	23	53	41 (5)	5.6
47	43	32	41	University of Texas at Austin: McCombs	U.S.A.	43	48	47	52	29	26	52	46	45	45	23	60	28	20	62	24 (3)	-
49	-	-	-	University of Cape Town GSB	South Africa	41	28	53	53	57	57	54	85	34	12	27	40	10	40	32	17 (2)	2.7 ⁽¹⁾
50	35	50	45	University of Virginia: Darden	U.S.A.	56	59	51	40	41	41	30	33	39	63	56	19	32	9	50	27 (3)	-
51	41	45	46	Vlerick Leuven Gent Management School	Belgium	49	49	46	51	47	61	40	50	54	37	53	15	14	45	23	41 (5)	6.2 ⁽⁴⁾
52	51	-	-	Queen's School of Business	Canada	50	53	38	45	55	44	49	27	23	57	59	54	44	40	20	26 (3)	-
53	52	58	54	York University: Schulich	Canada	55	51	50	46	51	65	53	59	55	50	59	65	55	53	5	32 (5)	-
54	47	40	47	University of Toronto: Rotman	Canada	54	52	55	55	48	51	55	58	47	58	16	53	55	16	40	22 (3)	-
55	-	61	-	Grenoble Graduate School of Business	France	51	57	59	54	53	55	56	48	61	40	50	52	24	39	27	26 (2)	-
56	53	55	55	Aalto University School of Economics	Finland / S. Korea / Singapore	57	54	54	56	52	45	51	44	51	56	60	32	22	53	65	39 (3)	3.3
57	-	37	-	UCLA: Anderson	U.S.A.	59	80	58	57	50	58	58	53	46	53	30	42	49	45	27	11 (2)	-
58	64	-	-	Irish Management Institute	Ireland	52	55	61	59	60	58	62	55	60	64	45	44	85	53	51	17 (2)	2.5 ⁽¹⁾
59	65	-	-	Ceibs	China	63	64	60	61	63	53	59	60	64	60	11	51	54	20	5	25 (5)	-
59	57	58	58	EQUIS	Spain	62	61	56	58	59	49	63	63	59	51	42	31	50	37	27	43 (3)	2.5 ⁽¹⁾
61	58	65	61	BI Norwegian School of Management	Norway	61	62	57	62	58	65	60	40	58	54	65	59	41	11	59	44 (5)	14.5
62	63	60	62	University of Stellenbosch Graduate School of Business	South Africa	58	56	62	64	62	25	57	61	56	62	48	64	55	53	64	28 (3)	-
63	59	-	-	Nyenrode Business Universiteit	Netherlands	60	65	63	65	64	35	61	64	62	61	64	57	55	53	57	28 (5)	13.6 ⁽¹⁾
64	61	-	-	NHR	Norway	65	63	65	63	61	16	65	62	63	55	63	48	34	32	60	26 (3)	8.5 ⁽¹⁾
65	59	63	62	Macquarie Graduate School of Management	Australia	64	58	64	60	65	64	64	57	65	65	25	58	55	53	61	30 (5)	2.3 ⁽¹⁾

Table notes

Although the headline ranking figures show changes in the data year to year, the pattern of clustering among the schools is equally significant. Some 340 points separate the top school: Duke Corporate Education, from the school ranked number 65. The top ten business schools, from Duke CE to the 10th, form the top group of custom providers. The second group is jointly Babson College: Olin and the third by TiasMimbar, Tilburg University. The top and bottom schools in the second group are separated by 35 points; in the third group there is a 130 point gap between top and bottom.

Footnotes

1. These data are provided for information only and do not form part of the final ranking.
2. Aggregate total for open and customised programmes.
3. Includes revenue from food and accommodation
4. Includes revenue from food

ANEXO B

Critérios

The Financial Times Executive Education rankings 2010

Key to table - Customised programmes

The first 10 criteria are based on feedback from executive education purchasers, the next five are based on a survey completed by each business school. These criteria are presented in rank form. The top school in each column is ranked number one. The last two criteria are provided for information only. They are not part of the ranking.

Weights in brackets.

Preparation (8.7): The level of interaction with the business school; the extent to which purchasers' ideas were integrated into the programme; and the effectiveness of the business school in integrating its latest research into the programme

Programme design (8.7): The flexibility of the course and the willingness of business schools to complement their own faculty with specialists and practitioners

Teaching methods & materials (8.1): Contemporary and appropriate teaching materials and a suitable mix of academic rigour and practical relevance

Faculty (8.6): The quality of the teaching and the extent to which teaching staff worked together to present a coherent programme.

New skills & learning (8.6): The relevance of new skills to the workplace, the ease with which they were implemented and the extent to which the course encouraged new ways of thinking

Follow-up (6.1): The level of follow-up offered after the course participants returned to their workplace

Aims achieved (8.9): The degree to which academic and business expectations were met and the feedback from individual participants

Facilities (6.2): The quality of the teaching accommodation, IT and library facilities

Value for money (8.1): Purchaser's rating, in terms of value for money, of the course design, teaching materials and food and accommodation

Future use (8.0): Purchasers were asked to rate the likelihood that they a participant would use the same business school again and if they would or use that business school to do the same programme again

International clients (5.0): Amalgamates the percentage of clients headquartered outside the business school's base country and region (e.g. North America, Europe, South America)

International participants (3.0): Custom programmes with participants from more than one country

Overseas programmes (4.0): Custom programmes that have been taught in more than one country

Partner schools (3.0): Custom programmes developed or taught in conjunction with other business schools

Faculty diversity (5.0): The mix of faculty by nationality and gender

Total responses: The number of individual surveys completed by clients of the business school. Figure in brackets indicates the total number of years of survey data included in the ranking.

Custom Revenue: Income from customised programmes in 2009 in millions of \$US. For schools based outside the US figures are based on average dollar currency exchange rates for 2009.